This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

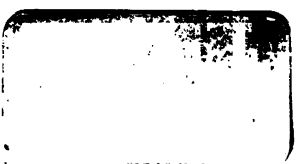
Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.



MANUAL

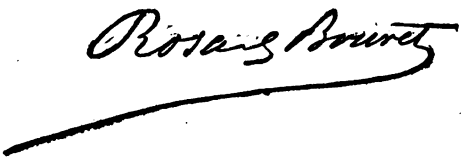
DE CONSTRUCCION

DE

CAMINOS DE HIERRO

BIBLIOTECA CENTRAL

Es propiedad de los Editores, y se perseguirá ante la ley al que la reimprima.



Poissy. — Imprenta de A. Bouret.

ENCICLOPEDIA HISPANO-AMERICANA

MANUAL
DE CONSTRUCCION
DE
CAMINOS DE HIERRO

Y DEL MATERIAL MOVIBLE
LOCOMOCION SOBRE LAS VIAS FERREAS Y DE MADERA
Y
DESCRIPCION DE TODOS LOS SISTEMAS CONOCIDOS HASTA EL DIA

POR
D. FAUSTINO BASTUS
Ingeniero civil de caminos de hierro.

CON 43 LAMINAS

PARIS
LIBRERIA DE ROSA Y BOURET
—
1865

Eng 838.65.9

Victor M. Cutter

INTRODUCCION

El viagero que toma asiento por primera vez en un wagon de ferro-carril, no puede menos de admirar la sencillez de la esplotacion, pues no vé mas que dos vias de rails, algunos coches con los dependientes, y una locomotora con el maquinista. Se pone el tren en movimiento, corre una hora con algunos minutos y se halla á una gran distancia: qué sencillez!

El viagero no vé mas que lo esterior de la esplotacion: no se hace cargo de la multitud de operaciones preliminares y accesorias que manifiesta la sencillísima entrega de su billete que ha pedido en el despacho. Mas, mientras el tren corre, y se entrega el viagero con tanta confianza á la destreza del maquinista, puede desprendese un rail, hundirse una traviesa,

desplomarse un tunel, pues á cada paso parece que son eminentes los peligros, y amenaza desviar la locomotora del ferro carril y destruir el tren, y acabar con la vida de los viageros.

Es tan cierto que existen estos peligros á cada paso que sin cesar se hallan cuadrillas de obreros reparando aquí un rail, allá una traviesa, y en otra parte los estribos de un puente que amenaza desplomarse.

La pieza mas sencilla é insignificante puede llevar el luto y desconsuelo á centenares de familias; pero en cambio que importa que anochezca, que llueve y nieve, si no se siente el frio, y si ocurre algun percance ¿una máquina de la estacion inmediata no vendrá á nuestro socorro? ¿No hay signos y medios de avisar el peligro? Repetimos que en cada segundo hay probabilidades de cien peligros; pero supongamos que no acontezca el menor accidente, que no se resienta ninguna pieza; que no falte agua, carbon, aceite ni grasa, que las máquinas de los coches consumen sin cesar; que el tren esté provisto de cuanto se necesita y que pueda hallarlo sino en la estacion inmediata. ¿La grasa, por ejemplo, no debe tener una

preparacion particular? ¿No se ha de conocer el modo de fabricarla? ¿No ha de haber engrasadores que distribuyan la grasa en cada estacion, que reconozcan las ruedas?

Cuando hay 4 ó 5,000 coches continuamente en circulacion, ¿no hay que efectuar continuamente tambien reparaciones de consideracion? ¿Se ha reflexionado la importancia y grandiosidad que deben tener los talleres de reparacion?

Nos proponemos pues, en este Manual, dar á nuestros lectores una descripcion de todo lo que se necesita para transitar con facilidad, y precaver los accidentes que pueden suceder por falta de vigilancia.

MANUAL

DE

CAMINOS DE HIERRO

PRIMERA PARTE

CONSIDERACIONES GENERALES

Idea histórica de los ferro-carriles.

El empleo del vapor como fuerza motriz, se puede decir que data de nuestros dias; su benéfica y fecundante influencia se deja sentir en todos los ramos de la industria y se irradia hasta las regiones mas apartadas y de menos tráfico. El vapor aplicado á los ferro-carriles ha centuplicado la produccion de los fabricantes, y ha aumentado la velocidad de comunicacion, resultando haber aumentado el beneficio general.

Conveniendo tan solo á nuestro propósito estudiar las ventajas que reporta el vapor á la industria de

trasportes, considerándolo como medio de locomocion, haremos presente un hecho que tal vez ha pasado desaparecido á la consideracion de los historiadores, y es : que desde los tiempos mas remotos hasta los que alcanzamos, los pueblos mas civilizados y mas ricos, han buscado vias de comunicacion fáciles y cómodas, y que estos han sido los pueblos marítimos.

En la antigüedad hallamos la Fenicia, Cártago, Egipto, toda el Asia menor y la Grecia, cuyos habitantes fueron los primeros que se posesionaron del litoral de Italia y de la Francia meridional. En la edad media aparecen Venecia, Génova, Portugal y la España meridional; Flandes y los pueblos Hanseáticos, en el Norte, y en la edad moderna son los primeros la Holanda é Inglaterra, si bien que se debe dar la primacia á los Estados Unidos de América.

Hasta nuestros dias los mares, los rios y canales habian servido de medios de comunicacion fáciles y baratos para la industria; pero por su mala construccion y peor administracion, no llenaba las necesidades del comercio, siempre creciente, que pretendia penetrar en lo interior de las comarcas consumidoras é incomunicadas con los centros productores, por los valles que habia levantado la naturaleza.

Desde el principio de este siglo se ha empezado á

corregir los defectos de los antiguos, y á salvar por medio de los artes los obstáculos que se oponian al general trato; ya nivelando y aumentando el cauce de los canales de navegacion, ya perforando montes y desmontando terrenos. La prolongacion y aumento de canales habria satisfecho indudablemente las necesidades del comercio; pero ¿como conducir el mar al centro de la Europa? Se conoció que seria de todo punto imposible y desde ese instante data la creacion de los ferro-carriles.

Por medio de los caminos de hierro se ponen en directa y fácil comunicacion dos extremos que sin ese poderoso auxiliar seria imposible; resultando de su instalacion la facilidad del giro y el aumento del trabajo; y descendiendo de grado en grado por las cadenas de los beneficios hallaremos en último término que el vapor es uno de los motores mas enérgicos de la civilizacion y el propagador mas activo de las ideas, porque aun cuando el telégrafo aventaja su velocidad al vapor, sus resultados suelen ser superficiales ó individuales, y el vapor pone en comunicacion un pueblo entero con otro pueblo, y por consiguiente es de utilidad general.

El sistema de las vias ferreas ha sido estudiado con detencion, bajo sus aspectos diferentes, y en el dia se conoce la construccion en todas sus partes y el método mejor.

Partiendo del punto que los caminos de hierro constituyen un compuesto difícil de determinar, debemos hacer el estudio de los gastos é indagar las causas que los promueven, resultando que deben colocarse en dos grandes partidos, es decir, gastos que provienen del trabajo directo, que denominaremos *generales*, y gastos que son resultado indirecto del trabajo llamados *parciales*.

Caminos de hierro y sus ventajas. Motores.

Los Romanos daban tal importancia á la construccion de los caminos, que los formaban con materiales muy resistentes y los daban tal espesor que con frecuencia se hallan todavía algunos fragmentos de sus calzadas en un estado perfecto de conservacion. La parte exterior del camino en que se operaba el rodamiento se componia por lo general de pedazos de piedra de una dimension bastante grande reunidos con cuidado.

En los tiempos modernos ha habido que renunciar á un método de construccion tan dispendioso y se han formado las calzadas con materiales de dimension mas débil, pero que, por este mismo motivo, ofrecian al rodamiento una superficie menos unida.

Habiendo llegado á ser el rodamiento en estos nuevos caminos mas difícil que en las antiguas calzadas romanas, se imaginó desde luego hacer caminar las ruedas en dos hileras de piedras paralelas mientras que los caballos iban en el espacio comprendido entre estas filas de piedras; pero queriendo aumentar todavía la dureza del camino, se las reemplazó con placas ó bandas de hierro ó de bronce.

Tal ha sido el orígen de los caminos de hierro ó de los caminos provistos de filas paralelas de bandas de hierro ó bronce fijas solidamente en el terreno.

Los caminos de hierro son designados con frecuencia con el nombre de *rail-ways*. Esta palabra, tomada de la lengua inglesa, está compuesta de otras dos : *way*, camino, y *rail*, banda. *Rail-way* no significa solo un camino de hierro, sino tambien un camino compuesto de filas paralelas de una materia cualquiera, como existen todavía en Milan y Londres, en los Estados-Unidos y en las minas de Rusia, donde son de piedra ó de madera. Las bandas que constituyen el camino es á lo que se llama *rails*.

Los *rail-ways* son de bandas salientes, cuando las bandas de hierro no tienen ningun reborde para sostener el carro en la via, estando entonces en las ruedas los rodetes ó salidas que impiden desviarse á la rueda.

Son de bandas lisas, cuandolas bandas estan provis-

tas de un reborde, lo que permite emplear las ruedas ordinarias para los coches.

Prefiérense hoy, por lo general, los caminos de bandas salientes á los de bandas lisas, á causa de la gran facilidad con que se conserva la superficie de los rails.

Se encuentran sin embargo todavía un gran número de caminos de bandas lisas en las minas ó en la proximidad de los establecimientos industriales.

El camino de hierro, reducido, por decirlo asi, á su mas sencilla expresion, no está compuesto mas que de dos filas de bandas de hierro. Así es que no se puede concebir el camino de hierro tal como se establecia en su orígen para transportar el carbon ó los productos industriales á pequeñas distancias, en carros que marchaban una parte del camino en un sentido con la misma velocidad, y que volvian despues sobre el mismo camino en la direccion opuesta.

Pero esta via única, compuesta de dos filas de rails, se hizo insuficiente desde que los carros tuvieron que cruzarse ó pasar los unos delante de los otros. Pusiéronse entónces dos vias ó cuatro filas de rails, en toda la longitud del camino ó al menos de distancia en distancia, en una parte de la longitud, y se arreglaron medios para pasar de una via á otra.

Los caminos de hierro, compuestos de dos vias en toda su longitud, se llaman caminos de doble via;

en los que no se coloca una doble via mas que en una parte de su longitud se conserva el nombre de caminos de una sola via.

En ciertos paises donde el terreno vale mucho, los caminos ordinarios son tan estrechos que dos coches no pueden marchar de frente y cruzarse mas que en algunos lugares donde presentan una especie de ensanche, viéndose en este caso obligados á hacer de manera que no se encuentren mas que en estos lugares hechos á propósito. En los caminos de una sola via hay que calcular tambien la marcha de los convoyes, de tal manera que se encuentren exactamente en las partes donde están colocadas las dos vias. Los caminos de doble via son mas cómodos, pero son mas costosos.

Algunas desgracias avenidas en los caminos de una sola via en Francia han hecho creer que eran excesivamente peligrosos. La mayor parte de los caminos belgas y de los caminos alemanes han sido sin embargo explotados con una sola via durante muchos años sin que el número de desgracias fuera mayor que en los caminos de dos vias. Los caminos de una via no son de una explotacion realmente difícil, y por consecuencia peligrosa, mas que cuando la circulacion excede de ciertos límites. Solo en los caminos de esta especie, donde la circulacion es demasiado activa para una sola via, ó en los caminos mal ex-

plotados es donde ha habido que deplorar graves desgracias.

Se han construido caminos de hierro compuestos de una sola hilera de rails, á que se ha llamado por el nombre de su inventor Palmer, caminos de Palmer. Las ruedas de los coches empleados en estos caminos son huecas en su circuito en forma de poleas, y están colocadas en medio de ejes, de los que cada uno no lleva mas que una sola. La carga de mercancías ó de viageros va colocada en cajas suspendidas á los extremos de los ejes, y los rails se hallan establecidos en columnas ó pilares encima del suelo.

Este método de construccion es sin duda muy económico; pero los carros en un camino de este género experimentan gran resistencia, si no se cargan con igualdad los extremos de los ejes, condicion difícil de llenar cuando se transportan viageros, los caballos no pueden tirar mas que en una direccion oblicua, y la traccion por locomotivas parece muy difícil de aplicarse, así su uso ha sido hasta ahora muy limitado. No se los han empleado mas que en el interior de un pequeño número de establecimientos industriales, para un transporte de mercancías poco importante, para el servicio de la fábrica de ladrillos de Posen, ó por último para trabajos de terraplenes.

M. Amadeo Barat describe, en su *Tratado de la Investigacion y Explotacion de los Minerales útiles*, el camino á la Palmer de Rive-de-Gier, en el que se usan carros de una sola caja colocada por medio de una especie de eje corto encima del rail. Indica como inconveniente de este sistema la falta de estabilidad de la caja del carro.

Se encuentran en todos los caminos de hierro empleados en el transporte de viageros y mercancías, á los dos extremos y en cada uno de los puntos intermedios en que deben detenerse los convoyes, edificios mas ó menos grandes que sirven para los despachos de billetes, oficinas y abrigo de los viageros. En la proximidad de estos edificios, en ciertos puntos, existen, ademas de las vias principales del camino de hierro, vias auxiliares para el servicio de los coches y máquinas. El servicio del camino reclama por último talleres de reparacion, almacenes, depósitos, etc., etc.

El espacio mayor ó menor en que se construyen estos edificios con sus dependencias y estas vias auxiliares lleva el nombre de *estacion*.

Nombre que puede extenderse tambien á los lugares destinados para los talleres, construidos por lo comun en terrenos situados en los alrededores del camino y donde no estacionan los convoyes.

Se llaman por último *recodos de escape* las partes de

los caminos de una sola via en que se coloca una doble via.

Este nombre de recodo de escape se usa tambien para las partes de los caminos de doble via, en que pasan los convoyes por la via lateral, para tomar en seguida una de las vias principales.

Las estaciones se distinguen en principales ó intermedias.

Las intermedias se subdividen :

En estaciones de 1.ª, 2.ª y 3.ª clase, y aun algunas veces estaciones de 4.ª clase.

Las estaciones de 1.ª órden están situadas cerca de las grandes ciudades y á la proximidad de localidades muy pobladas; todos ó casi todos los trenes se detienen en ellas. Solo una parte de los convoyes estacionan en las de segunda y tercera clase.

Considerando las estaciones bajo otro punto de vista se las divide en :

Estaciones propias para el servicio de los viageros solamente;

Estaciones propias solamente para el servicio de las mercancías;

Estaciones propias para el servicio de viageros y de mercancías.

Los talleres de separacion no son con frecuencia mas que dependencias de las estaciones de viageros

ó de mercancías. A veces forman solo estaciones principales.

Se pueden por último distinguir las estaciones atravesadas por un solo camino de aquellas en que van á pasar ó se cruzan muchos caminos de hierro.

La velocidad es á los ojos del público la única ventaja quizá que tienen los caminos de hierro sobre los caminos ordinarios. Se puede sin embargo probablemente obtener esta velocidad con máquinas locomotoras en los caminos ordinarios, trazados como los caminos de hierro y perfectamente conservados; pero seria excesivamente costosa, tanto en razon de la gran resistencia de los coches como á consecuencia de las causas de destruccion que obrarian sobre las locomotoras.

La principal ventaja de los caminos de hierro es facilitar el empleo de la máquina locomotora para el transporte á un precio moderado de viageros y de mercancías, al menos cuando están establecidos en ciertas condiciones que no tardaremos en dar á conocer.

Pero esta ventaja no es la única que poseen los caminos de hierro; la resistencia en las vias ferreas es menor que en los caminos ordinarios; resulta de aquí una disminucion en los gastos de traccion, con toda clase de motores y á un grado cualquiera de velocidad, que ha hecho construir caminos de hierro

mucho antes que se conociesen las máquinas locomotoras.

Esta disminucion de resistencia debida al empleo de los caminos de hierro, no es muy sencillo, y las locomotoras no se han usado con ventajas hasta que se han arreglado los caminos, disminuyendo las pendientes y acercándose en su direccion á la línea recta.

Para dejar bien sentado este hecho importante analicemos las diferentes resistencias que debe vencer el motor en un camino de hierro ó en un camino comun.

Solo dos resistencias se ofrecen al coche que rueda en la llanura y en línea recta por un camino cualquiera: la una en el círculo de las ruedas que resulta de las desigualdades del terreno, la otra del eje que procede de las desigualdades de la caja en que gira el eje.

La primera, llamada algunas veces frotacion de rodamiento, es muy grande en los caminos, pues estos no están nunca como los caminos de hierro bastante sólidos, bastante unidos. Se aprecia en los mejores caminos en siete veces mas que la segunda, y se sabe que la suma de las dos resistencias es igual á una trigésima parte del vehículo y su carga, es decir tal que si se atará á la extremidad del coche una cuerda, y esta cuerda, tendida desde luego horizontalmente,

viniera, despues de haber pasado por una polea fija en medio de la cuerda, á caer verticalmente en un pozo, se necesitaria para arrastrar el coche, ó al menos para contrabalancear las resistencias y permitirle ceder al mas débil impulso, atar al extremo de la cuerda que pende en el pozo tantos kilógramos como veces treinta kilógramos tiene de peso el carro.

En un camino de hierro, la resistencia en los ejes del carro es exactamente la misma que si el carro rodara en un camino ordinario, pues depende de la forma de construccion del carro y no de la del camino; pero la resistencia del ámbito de la rueda que depende esencialmente del mayor ó menor número de asperidades que presenta la superficie en que se opera el movimiento, es casi nula. No es mas que la mitad de la resistencia sobre el eje, y la suma de las resistencias, á una velocidad de menos de seis leguas por hora, no es mas que la docentésima parte del peso del carro, ó aun cuando el carro está bien construido y bien engrasado cerca de la doscienta quincuagésima parte.

Esta suma de las resistencias en un camino de hierro no es por consecuencia mas que la séptima ó la novena parte de lo que es en un camino ordinario. Un caballo, una máquina, un motor cualquiera pueden arrastrar en un camino de hierro de nivel, en línea recta y á una velocidad moderada de menos de

seis leguas por hora, una carga siete ó nueve veces tan grande como en un camino ordinario con la velocidad en ellos acostumbrada.

Si la velocidad aumenta, la resistencia que el aire, aun en el estado de calma completa, opone á la marcha de los convoyes, se hace sensible, se aumenta con esta velocidad en una proporcion tal, que caminando á 60 ó 70 kilómetros por hora, se eleva, en un camino de hierro, á un doble de lo que es á velocidad moderada. Así, con la velocidad de 60 ó 70 kilómetros por hora, un motor cualquiera no arrastra ya sobre un camino de hierro de nivel, en línea recta, mas que la tercera ó la cuarta parte de la carga que arrastra en los caminos con la velocidad acostumbrada.

Si el camino horizontal comienza á ser inclinado, conservando siempre la direccion rectilínea, y el caballo se ve obligado á subir una costa, nadie ignora que se aumenta la resistencia que experimenta. Este aumento no proviene de los rodamientos del carro; los rodamientos por el contrario disminuyen; pero se desarrolla una tercera resistencia, ocasionada por el peso del carro que tiende á hacerle retroceder, y que le arrastraria si fuera mas fuerte que los rodamientos, y si el caballo no ejerciera ninguna fuerza en sentido contrario. Esta tercera resistencia es tanto mayor cuanto mas inclinada es la pendiente, y crece

con tal rapidez con aquella, que por poco difíciles que sean las ruedas, los caballos no pueden mover el vehículo, ni aun al peso, si no se les pone otro caballo de refuerzo.

El frotamiento en el circuito de las ruedas no es mas, en una pendiente un poco inclinada, que una pequeña fraccion de la resistencia total, y la colocacion de las barras de hierro, como medio de reducir este frotamiento, no ofrece ya las mismas ventajas que en la llanura. Las máquinas fijas pueden entónces, si la inclinacion no excede de ciertos límites, ser aun empleadas con economía; pero no sucede lo mismo con las máquinas locomotoras, que teniendo que arrastrarse ellas mismas tienen que vencer no solo el aumento de resistencia de la carga, sino tambien el aumento de resistencia que proviene de su propio peso. Así se admite por lo general que el uso de las máquinas locomotoras, en una pendiente de tres centésimos y medio, y aunque encontrasen en el rail la adherencia necesaria para girar sin caballo, deja de ser económica.

A la bajada, el peso del carro que á la subida le arrastraba en sentido contrario al caballo, obra en el mismo sentido que este, y si la pendiente es un poco rápida, el caballo se ve obligado á contener los carros en vez de arrastrarlos y consume en vano su fuerza. Entónces es cuando en los caminos de hier-

ro, no se hace caso del motor, y cuando la cuesta es demasiado grande, se utiliza por medio del mecanismo, el exceso de peso dañoso en los caminos.

Hasta el presente hemos supuesto què el camino sigue una línea recta, los circuitos engendran nueva resistencia.

La fuerza que se conoce bajo el nombre de fuerza centrifuga, y que se desarrolla cuando un cuerpo toma un movimiento curvilineo, tiende á lanzar sobre el suelo al ginete que galopa alrededor del picadero y obliga á la piedra lanzada por una honda á moverse en línea recta; esta fuerza tiende tambien á arrastrar en linea recta al carro que describe una curva, y obra con tanta mas energia cuanto mas considerable es la velocidad, y mas pequeño el radio de la curva. Cuando sucede el marchar con mucha rapidez en un camino comun, y como ademas el frotamiento contra el terreno opone generalmente una resistencia suficiente á la fuerza centrifuga, no hace otro efecto que el de volcar los coches cuando se quieren volver en muy poco espacio. En un camino de hierro aprieta, en los circuitos formados de dos curvas de rails, las ruedas contra los rails de la curva mayor y da de este modo lugar á un frotamiento muy fuerte contra los rails. Cuanto mayor es la velocidad y mas pequeño el radio de la curva, mas considerable es esta resistencia.

Ademas resultan dos nuevos frotamientos, en un camino de hierro nuevo por la construccion misma de los wagones.

Uno de estos frotamientos tiene por causa inmediata la misma construccion del sistema de rotacion. Estando las ruedas fijas en los ejes deben necesariamente, en virtud de esta disposicion, efectuar siempre el mismo número de vueltas que el eje en su caja; pero como en una curva los dos centros son de longitudes desiguales, las ruedas no tienen que recorrer la misma distancia; la que guia el rail mas distante del centro de la curva estaria obligado, si se hallase libre sobre su eje, á dar para compensar esta diferencia, un número mayor de vueltas, y como esto es imposible, sucede que las ruedas haciendo un movimiento de rotacion, ejecutan durante el paso de las curvas un movimiento de deslizamiento hácia adelante ó hácia atras, segun la posicion respectiva de las ruedas.

El segundo frotamiento resulta de la posicion de los ejes en sus cajas, posicion que no los permite converger hácia el centro de la curva, como lo harian si estuvieran libres.

Estas resitencias no se verifican en los caminos ordinarios, donde vemos coches cuyo tren delantero puede girar libremente, y cuyas ruedas colocadas

en un mismo eje, pueden en el mismo tiempo dar numerosas vueltas.

Se han imaginado diferentes medios para contrabalancear ó destruir el efecto de estas resistencias, pero ninguna hasta ahora puede llenar completamente el objeto, al menos en los caminos de hierro que se quieren recorrer con grande celeridad.

Resulta de aquí que un camino de hierro en que se quiere marchar con rapidez no admite curvas de un radio tan pequeño como un camino ordinario.

Se ve pues en resúmen por lo que precede :

1° Que en la construccion de los caminos de hierro para los transportes de gran velocidad es particularmente ventajoso en los paises llanos ó poco accidentados, puesto que en estos paises en donde es fácil llenar las dos condiciones con las cuales no se puede caminar con rapidez y economía por máquinas locomotoras, á saber : una pequeña inclinacion de cuestas y curvas de radio grande.

Se ha llegado sin embargo por medio de trabajos inmensos á establecer camino de hierro de gran velocidad en paises muy accidentados; pero no son ventajosos, financieramente hablando sino cuando la circulacion es muy activa;

2° Que la construccion de los caminos de hierro ofrece ventajas de otra naturaleza, y que no son menores, para el transporte de las mercancías, cuan-

do el terreno es sensiblemente inclinado y los carros bajan con grandes cargas y suben vacíos ó con cargas pequeñas.

En el caso contrario, es decir cuando en un terreno inclinado, cuando las cargas mayores suben mientras bajan las mas pequeñas, ó cuando hay igualdad de movimiento comercial en ambos sentidos, la construccion de un camino de hierro puede tambien construirse como medio de emplear las máquinas de vapor fijas en el transporte de las mercancías; pero es por lo general sin aplicacion al transporte á gran velocidad de los viageros. Las máquinas fijas no se han empleado hasta hoy en remolcar los viageros en cuestas muy inclinadas mas que para posiciones de líneas muy curvas, y hoy se han abandonado casi por completo aun para remolcar los trenes de mercancías;

3º Que en los paises muy accidentados ó de montañas muy altas, en que es imposible ó muy difícil evitar los circuitos pronunciados, y las grandes cuestas en diferente sentido al del movimiento, el camino de hierro pierde la mayor parte de sus ventajas sobre el camino ordinario y se hace casi impraticable.

Motores.

Se emplean como motores en los caminos de hierro

los hombres, los animales, las máquinas fijas, las máquinas locomotoras y la fuerza natural de la pesadez ó gravedad.

Los hombres empujan ó arrastran los carros; los caballos ó los bueyes los arrastran casi siempre obrando lo mismo que en los caminos ordinarios, ó algunas veces dándoles el movimiento como en un picadero. En este último caso, los carros atados unos á otros, están fijos en una cuerda que se enreda ó desenreda al tambor de un eje. Solo en las cuestas de grande inclinacion se emplean los tambores ó los ejes. Las máquinas fijas son máquinas fijadas en el suelo y que hacen girar los tambores, con cuya ayuda se remolcan los convoyes exactamente de la misma manera. Se usan por lo comun en este caso máquinas de vapor. Sin embargo no pueden emplearse máquinas hidráulicas ni de ninguna otra especie. En los Estados Unidos hay ruedas hidráulicas en algunos caminos de hierro.

Las máquinas locomotoras son máquinas de vapor, acompañadas de su caldera, su fuego y su chimenea, llevados en un carro especial á la cabeza del convoy que remolcan.

Imprimen el movimiento de rotacion á uno de los ejes del carro. Las ruedas que están fijas á los extremos de este eje giran tambien, pero como los contiene en su movimiento la resistencia que encuen-

tran en el rail, no anda hasta que esta resistencia esté en relacion con la carga que la máquina debe arrastrar, para que no puedan girar mas que hácia adelante.

La fuerza natural de la gravedad no puede emplearse mas que á la bajada, en que arrastra á los carros con tanta mas energía cuanto mayor es la pendiente. En un camino de hierro en línea recta, basta para equilibrar á la resistencia, que la pendiente tenga cuatro milímetros, es decir, cuando en una marcha de mil unidades de longitud, metros ó piés, el nivel del camino desciende cuatro veces esta unidad. El mas ligero impulso pone entónces los carros en movimiento y pueden, en rigor, bajar por una pendiente semejante sin el auxilio de ningun motor.

En una pendiente mayor hay curso de gravedad, y los carros bajarian con una velocidad que creceria constantemente hasta ciertos límites, si no se empleasen frenos para contenerlos.

Cuando la pendiente es cerca de dos centésimos, el curso de gravedad que arrastra los carros á la bajada es bastante grande para que puedan estos carros, con ayuda de una disposicion particular, hacer subir carros menos cargados, marchando en sentido contrario por una via paralela.

Los carros que deben descender son entonces enganchados al extremo de una cuerda que pasa por una polea colocada horizontalmente, ó poco menos,

en la cumbre del camino inclinado y los carros que deben subir se hallan fijos al otro extremo de la cuerda.

Se concibe como los primeros, rodando desde lo alto del plano hácia abajo en una misma via, arrastran por medio de la cuerda á los segundos que siguen en un sentido contrario por una via paralela.

Los planos inclinados dispuestos de esta manera tienen el nombre de planos automotores.

Trazado de los caminos de hierro.

Entre los problemas que presenta la ejecucion de los caminos de hierro no hay ninguno mas importante que la determinacion de un trazado.

Un buen trazado debe llenar muchas condiciones con frecuencia incompatibles y que se ocultan á la sana crítica, siendo de consiguiente imposible querer establecer reglas fijas para determinarle.

La experiencia sin embargo ha proporcionado varios datos que contribuyen á disminuir las dificultades.

Los primeros estudios de un camino de hierro se hacen sobre los mapas.

Muchas direcciones se presentan desde luego para

una misma linea, pareciendo ofrecer todas ventajas casi iguales, siendo difícil preferir una á las otras. Los ingenieros encargados de redactar los proyectos deben fijar su eleccion teniendo presentes ciertos hechos que sirven como de puntos de partida.

Cuando se establecen por primera vez líneas de camino de hierro, parece lo mas natural adoptar los trazados directos para enlazar los puntos extremos, olvidándose de las localidades intermedias que quedan sin servir ó como solo por ramales. Pero esto es un error que debe evitarse, pues nunca se deben sacrificar los intereses de los puntos extremos á los de las localidades intermedias. Un ingeniero francés, M. Minaud, ha demostrado que no es conveniente para ganar algunos kilómetros desviar las lineas de ciudades de gran movimiento mercantil y mucho menos para ahorrar algunos minutos dificultar el tránsito de una ciudad á otra, impidiendo el servicio de los puntos intermedios.

Los trazados directos no pueden por lo tanto adoptarse en principio, no sucediendo lo mismo con el establecimiento de las vias ferreas al lado de los canales y vias navegables, pues en Inglaterra, Francia y Bélgica muchas de ellas son paralelas ó están poco distantes al menos de los canales.

Pero tampoco en esto debe obrarse de una manera absoluta, pues se ha conocido que podia ser

útil en ciertos casos establecerlos en las alturas perpendicular ú oblicuamente á estos valles, y en el estudio de las nuevas vias destinadas á disminuir el trayecto se decidió separarse de las grandes corrientes de agua.

Una de las cuestiones que hay que resolver es la de saber hasta qué punto convendria prolongar el trazado de los caminos de hierro en el interior de las ciudades para acercarse á su centro de actividad.

Es sin duda renunciar á una parte de las ventajas obtenidas en la construccion de los caminos de hierro no prolongarlos hasta el medio de los mismos centros de poblacion, aunque esto sea algo costoso, por lo que no se debe fijar definitivamente la situacion de una estacion hasta haber compensado el aumento de los gastos segun su mayor ó menor proximidad al centro de una ciudad, y al aumento probable de los correspondientes productos.

Pero en este punto se ha ido mas lejos todavía: exigiendo el establecimiento de las estaciones en una gran ciudad gastos enormes, se ha pensado en reunir muchos caminos de hierro en una estacion comun, usando para el servicio las mismas galerías y los mismos rails, pues no solo hay una gran economía de construccion en concentrar el servicio de dos ó mas caminos de hierro en una misma estacion, sino que hay tambien una economía notable en los gastos

de explotacion pudiéndose reunir el servicio de las diferentes líneas en las manos del mismo personal.

Pero si la fusion de las estaciones de los extremos de línea de los caminos de hierro es realmente ventajosa, siempre que pueda hacerse el servicio con los mismos rails, no creemos que la comunidad de las estaciones sea conveniente mas que para los caminos de hierro en que la explotacion no tiene grande actividad, pues en otro caso seria imposible conservar el órden, ni aun impedir grandes trastornos.

Pendientes y radios de las curvas.

Si es necesaria la economía en la construccion de las vias de comunicacion, siempre que no comprometa su porvenir, será por el contrario vituperable cuando, por un interés del momento, se exponga á un gran perjuicio en lo futuro.

Se cometeria una falta de este género si se calculasen las pendientes y los radios de las curvas de los caminos de hierro con el solo pensamiento de establecer el equilibrio entre los gastos y los productos.

Llamadas las líneas de primer órden á procurar un inmenso desarrollo en la industria y el comercio deben establecerse con cierto lujo. Si se puede dentro

de algunos años reemplazar un tronco comun por una via especial, no es igualmente posible sustituir á pendientes demasiado grandes pendientes mas ligeras ó al menos, no es posible mas que en algunos casos particulares.

Es necesario pues resignarse desde el presente, en el trazado de las líneas principales, á algunos sacrificios para reducir la inclinacion de las cuestas y para agrandar el radio de las curvas.

Esto no es una regla absoluta pues los sacrificios tienen tambien sus límites, y con máquinas de bastante poder, las grandes pendientes, siempre que no excedande cierto maximum, no ejercerán en los gastos de explotacion una influencia tan grande como la que se habia supuesto en un principio.

En la actualidad no se vacila en construir líneas de primer órden con pendientes que se habian considerado como inadmisibles hace algunos años.

Acerca de estos gastos se han hecho los siguientes cálculos :

1º Que en un camino cuya pendiente, en una gran parte de su longitud, fuera de 8 milímetros y en el que los convoyes, cargados por lo general, necesitasen con frecuencia el empleo de una máquina de refuerzo, ó de una máquina de mucho poder, los gastos de la traccion serian notablemente mas elevados que en un camino de pendiente ligera;

2º Que en un camino inclinado tambien, pero en el que los convoyes que subieran estuviesen menos cargados, la influencia de la pendientes obre el gasto seria poco sensible;

3º Que los gastos de traccion serian tambien menos elevados si los convoyes cargados de mercancias marchasen así exclusivamente á la bajada;

4º Que es preciso procurar concentrar las cuestas de cierta inclinacion sobre cierto punto, dándolas una gran longitud mas bien que multiplicarlas acortándolas;

5º Que se debe, en cuanto sea posible, colocar el principio de las grandes pendientes en un punto en que el servicio de la línea necesita un depósito, aun cuando sean menos inclinadas las pendientes próximas;

6º Que el aumento de gastos de traccion que resulta del paso de las cuestas de 8 á 10 milímetros, ó la totalidad de los gastos de traccion es insignificante.

7º Que la adopcion de estas cuestas está suficientemente motivada por el gasto excesivo que ha habido que hacer para reducir á 5 milímetros la inclinacion, gasto que hubiera excedido mucho al capital cuyo interés iguala el aumento indicado de los gastos de traccion.

Es necesario por lo tanto arreglar de una manera

conveniente la inclinacion de las cuestas en un camino de hierro; no teniendo menos importancia su reparticion, pues las pendientes variadas aun de pequeña inclinacion son poco favorables al empleo de las máquinas locomotoras.

Sin embargo si por razones de economia, ante las que el principio único de las pendientes uniformes debe ceder, tambien obliga á preferir una pendiente variada, hasta dividir, en cuanto sea posible, las líneas en partes en las que el esfuerzo variare de sencillo á doble ó poco menos.

Es muy ventajosa una inclinacion en la que el esfuerzo del motor es igual en los dos sentidos, con respecto á la diferencia de la carga en la subida y en la bajada.

Todo lo que se ha dicho acerca de la influencia que ejercen las grandes pendientes en los gastos de explotacion puede decirse con respecto á las curvas de pequeño radio.

Bajo el aspecto de la economía del primero establecimiento, las curvas de pequeño radio son ventajosas, pues permiten alejar las dificultades en vez de vencerlas por medio de grandes trabajos de arte y de terraplen : pero ejercen sobre los gastos de traccion la misma influencia que las grandes pendientes y obligan á disminuir la velocidad de los trenes.

Las curvas de pequeño radio no solo aumentan los

gastos de explotacion, sino son una causa de accidentes desgraciados.

Asustan tambien las grandes pendientes, porque se supone que en ellas es imposible contener los convoyes. Estas pendientes no carecen sin duda de peligros, pero se calculaban mal los efectos cuando se proscribian las pendientes de mas de 5 milímetros.

Se sabe en la actualidad que en una pendiente en linea recta la resistencia del aire es tan grande, á la velocidad de 60 á 70 kilómetros por hora, que los convoyes abandonados á si mismos no pueden excederla, y que en las mayores pendientes variadas, los frenos y las máquinas locomotoras, obrando por si mismas, como los frenos mas poderosos cuando se quita el vapor, pueden detener siempre los convoyes.

El trazado de los ramales no exige la perfeccion que reclama el de las líneas principales.

Una de las condiciones á que debe satisfacer el trazado de todo camino destinado á unir grandes centros de poblacion, es prestarse con facilidad al establecimiento de líneas secundarias.

No deben construirse subterráneos curvos en particular en las proximidades de las estaciones porque son muy peligrosos.

BIBLIOTECA CIENCIAS LIBRARY

Pasos á nivel.

Los pasos á nivel no son peligrosos, cuando se los puede distinguir desde lejos sobre los alineamientos ó las curvas. Pero deben evitarse tambien en la extremidad de las estaciones.

Los puntos de retroceso de las estaciones si no presentan los mismos inconvenientes que los pasos á nivel mal colocados, pueden tambien, complicando el servicio, llegar á ser ocasion de accidentes mas ó menos graves.

No se debe por lo tanto reunir en los trazados á los retrocesos mas que en algunos casos particulares en que son indispensables para acercarse al centro de las ciudades, y es además necesario, en este caso, establecer curvas de union para evitar que los convoyes directos entren en la estacion donde se verian obligados á retroceder.

Subterráneos.

El paso de los subterráneos no es, como se ha pretendido, dañoso á la salud de los viageros: conviene sin embargo reducir el número y longitud de los tuneles, no solo por razon de economía, sino tambien por comodidad de los viageros y para disminuir las

probabilidades de desgracias. Es necesario tambien que sean rectilíneos.

Las grandes pendientes son mas dañosas en los subterráneos que en ninguna otra parte del camino, porque la humedad impide secar al barro que llena los rails y hace muy penosa la subida de las grandes cuestas. Hay que evitarla con mayor cuidado en los tuneles descubiertos.

En el trazado de los caminos se procura ordinariamente compensar las hondonadas con las alturas. Muchos ingenieros han creido deber extender esta regla á los caminos de hierro, pero debe evitarse en ciertos terrenos difíciles aunque haya que hacer algun rodeo.

El trazado del camino de hierro, por último, aunque correspondiese á las necesidades del comercio y ofreciese á los viageros toda la seguridad posible, no llenaria todas las necesidades si no estuviese bien combinado para la defensa del país.

Las vias ferreas estratégicas se dividen generalmente en paralelas á la frontera y vias perpendiculares.

Es necesario que las vias paralelas sobre todo, si estan próximas á la frontera, estén protegidas por un obstáculo natural cualquiera, tal como un gran rio ó una cadena de altas montañas.

Las vias estratégicas destinadas á llevar rapida-

mente las tropas á grandes distancias deben ser lo mas directas posible. Sus estaciones son las plazas fuertes bajo el punto de vista militar. Deben estar trazadas de manera que no proporcionen al enemigo en los alrededores de las plazas ninguna proteccion ya en las trincheras ó en las hondonadas contra el fuego de las baterías. Las líneas que pueden ser enfiladas por el fuego de la defensa se consideran como preferibles á las que no pueden batirse mas que transversalmente.

Se deben tambien evitar en los alrededores de las plazas, las trincheras que pueden dar paso á las aguas de inundacion, y toda obra de arte difícil de destruir y que pudiera servir de punto de apoyo para el asalto. Algunas veces se coloca el camino de hierro en los fosos de la plaza.

Hemos manifestado en los capítulos precedentes cuanto creemos necesario para la explotacion de los caminos de hierro; pero no considerariamos nuestro trabajo suficiente si omitieramos la parte de *aplicacion,* y no consignaramos algunas observaciones hechas sobre datos conocidos que pueden ser útiles en el presente y de mayor estima para el porvenir.

Cuatro son los puntos de que vamos á ocuparnos.

1º Modos de utilizar completamente una via.

La acertada administracion de un ferro-carril, consiste en explotarle completamente, procurando la mayor circulacion y tráfico.

Los ferro-carriles se deben considerar en primer lugar como medios baratos de trasporte.

2º Modo de utilizar completamente las máquinas.

Hemos expuesto en el párrafo anterior los diversos medios con los cuales se puede explotar una via ferrea, y como es el principal punto no debe olvidarse á la administracion. En efecto de todos los ramos de que se compone la explotacion de un ferro-carril ninguno es tan importante como el servicio del mismo, siendo por otro lado el menos variable y el mas independiente.

3º Modo de utilizar mejor los trenes.

El coste de embarque produce generalmente mas que las otras dependencias, y menos cuanto mayor es el número de ciudades y mas largo el trayecto que recorren. La administracion pues de un camino de

BIBLIOTECA CENTRAL

hierro tiene á su mano otros medios de procurar la economía sobre esta parte del servicio.

El lucro del embarque aumenta sin embargo á medida que es mas barato y que recorran mas distancia los objetos, resultando de ahí que la mayor ganancia de la administracion debe radicar en la baratura de los trasportes.

4° Modo de utilizar mejor los coches.

El interés de la empresa está en tener en circulacion el menor material posible, con el fin de no distraer un capital que se conoce con el nombre de *entretenimiento*, en los ferro-carriles.

Debe pues cuidar la administracion de hacer las economías posibles, no olvidando sin embargo las necesidades del servicio, porque en este caso la prevision se convertiria en defecto y redundaria en perjuicio de la empresa.

El conocimiento del material activo y necesario se puede sacar por el cálculo y observacion del movimiento de la via en dos épocas determinadas. Para esto debe procurarse los datos estadísticos oficiales y averiguar las producciones del país que atraviesa, y los demas pormenores que puedan dar vida al ferro-carril.

Conviene tambien en algunos caminos de hierro

establecer caminos vecinales y trasversales, para que poniendo en comunicacion las poblaciones pequeñas con los grandes centros consumadores, se valgan de sus fáciles medios de trasporte y aumente el movimiento.

Es de gran provecho para las empresas de caminos de hierro, establecer trenes de mercancías madrugadoras, que recogiendo los vendedores en las estaciones intermedias de las grandes poblaciones pasen á estasá vender los productos agrícolas, porque de este modo aseguran el mayor tráfico y aumentan el movimiento de pasageros. El que por la mañana llega á una capital á vender su cosecha ha de regresar á la casa por la noche, y de ahí el ser productivos los trenes ó convoyes de la mañana y de la noche.

Se procurará que las locomotoras no arrastren mas coches que los para que tiene fuerza, y siempre es mas conveniente que lleve menos, porque si en las estaciones intermedias tuviese que aumentarse un coche se veria en la imposibilidad de poder servir al público. Todas las estaciones deben tener uno ó mas coches de repuesto para las eventualidades que pueden resultar, y de este modo cualquier accidente será menos sensible á la empresa y el público satisfecho. Esta prevision será tambien de gran utilidad para los accidentes funestos, y nunca tendrá que pedir socorro

al conductor de la estacion inmediata, resultando de esta falta graves disgustos y pérdidas para la empresa.

Es de todo punto perjudicial á la administracion el hacer circular coches ó wagones sin carga, pues á la par que no reporta beneficios ocasionan un deterioro: los wagones deben cargarse convenientemente, y en el caso de que los traficantes quieran que sus mercancías ocupen un solo departamento, aumentar el importe de los artículos. En cuanto á los coches no es posible este aumento, pero se puede calcular el número de coches necesarios para los pasageros, por el de los billetes expedidos, dejando siempre algunos puestos para las estaciones intermedias y contando con los coches que haya de reserva en estos.

Otro medio de salvar en parte estos inconvenientes es hacer los vehículos diarios de una considerable cabida en particular los de órden inferior, y procurar que esten siempre en movimiento : para los wagones se puede adoptar el sistema establecido en Bélgica, que consiste en rebajar el importe diario de la ocupacion de aquellos segun el tiempo que le utiliza un particular, obligándole á pagar adelantado lo que calculan debe tardar en llegar á su destino.

Resulta de lo expuesto que el objeto de la administracion ó explotacion de un ferro-carril debe ser favorecer la carga de coches y wagones de mercancías :

favorecer los trasportes á gran distancia : hacer recorrer el mayor trayecto posible los trenes, y tener parados lo menos tiempo posible las máquinas y coches.

En este tratado nos proponemos enseñar la teoria y práctica de conduccion de locomotoras.

La teoria está fundada sobre el empleo del combustible, la generacion del vapor en las condiciones propias para los hornillos y mantenimiento del calor de las máquinas locomotoras.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

SEGUNDA PARTE

CONSTRUCCION DE LOS CAMINOS DE HIERRO

Desmontes y terraplenes.

Los caminos de hierro que se construyen para grande velocidad, deben tener estas dos condiciones importantes: estar explanados en línea recta ó en curvas poco pronunciadas, y no tener muy rápidas las pendientes.

En los terrenos montañosos y accidentados no es posible, algunas veces, hacer grandes desmontes; pero en estos casos debe echarse mano de vias provisionales que faciliten la remocion de tierras á gran distancia, valiéndose de las locomotoras como en un camino en explotacion.

Antes de proceder á un desmonte se debe calcular á qué punto puede ser mas conveniente llevar las tierras que se extraen; si han de servir para terraplen ó si se han de abandonar. En el primer caso se designan con el nombre de *tierra de compensacion*, y en el

segundo *tierras de depósito*. Cuando se acopian á un lado de la via se conoce por *tierras de tránsito*, para indicar que han de removerse á su tiempo.

La apertura de una via por medio del procedimiento de *depósito* y de *tránsito* es mas costosa que por el de *compensacion*, cuando no se han de trasportar las tierras á gran distancia del criadero; pero no es beneficioso cuando han de recorrer un gran trayecto.

La disposicion de vias ferreas para que los wagones de carga anden por su propio impulso y falta de desnivel, ofrece el inconveniente que deben prepararse aparatos costosos, y algunas veces hasta doble camino, para que la carga y descarga se efectue con regularidad. Sin embargo dan buenos resultados los wagones de aplanacion movidos por una caballería y dispuestos de modo que sin grande esfuerzo puede el conductor verter la tierra que contiene. Cuando no hay mas que una via, es necesario disponer un aparato que desvie los wagones y los coloque de manera que puedan volver al punto de partida.

Este aparato es tan sencillo que basta establecer *un desvio*, en el punto de descarga, y prolongarle hasta donde se calcule debe llegar el convoy de wagones.

Los desmontes se hacen en varios puntos á la vez y empleando mayor ó menor número de operarios,

segun lo requieren las condiciones del terreno y la importancia del camino. Generalmente se hace la extraccion de la tierra en toda su longitud, practicando planos inclinados suaves. Para emplear los wagones se empieza por abrir una *cuneta* que tenga la capacidad de un wagon, variando la profundidad de aquella segun las ondulaciones del terreno. De la diferencia de nivel pueden resultar dos casos : 1.º ó que la altura de la zanja es insignificante, 5 ó 6 metros, por ejemplo; 2.º ó que es mucho mayor. En el primer caso, se dará á la cuneta toda la profundidad que ha de tener la zanja ó camino en explotacion.

Las paredes de los desmontes deben estar dispuestas en forma de pared (*talus*) ó verticales si la materia que constituye el terreno no es fácil á desmoronarse.

La zanja debe tener una inclinacion de unos tres milímetros hácia su extremidad abierta, inclinacion aproximada á la que debe tener á su conclusion. Al principio del desmonte se sacan las tierras por medio de carretones de mano, y se vierten donde se puede ó se amontonan, *de tránsito*, inmediatos al camino : cuando la zanja cuenta ya algunos metros se establece una via ferrea para que los wagones puedan entrar y salir con facilidad y se cargan de tierra por medio de expuertas que pasan de mano en mano.

La descarga se hace, como hemos dicho, estableciendo desvios en la línea provisional, ó llegando á un puente inclinado, que se llama *puente de descarga*. En el primer caso se efectua la descarga á la inglesa de la manera siguiente : al extremo del terraplen los rails están inclinados y se cierra el camino por medio de traviesas amontonadas; cuando llega un convoy á la vertiente se empotra este en un monton ó piso de arena, se unce un caballo á uno de los wagones, y se hace partir al trote; el tiro del caballo, que es bastante largo, está terminado por un gancho dispuesto de manera que se desprende del carro al tirar una cuerda. Cuando el caballo llega á la vertiente, se desprende el gancho, salta aquel al lado de la via, y el wagon bruscamente detenido por las traviesas amontonadas se inclina hácia adelante en virtud de la velocidad adquirida : la caja-báscula toma una inclinacion igual á la que tiené el vehiculo por su construccion á mas de la que le presta la inclinacion de la via. En esta posicion las tierras se vierten por su propia gravedad y se efectua la descarga sin intervencion de nadie.

Algunas veces para aumentar la inclinacion de la caja, le disponen unas gradas al extremo del camino.

La descarga se hace, como se ha dicho, por cada wagon.

Se ha calculado que por este sistema se pueden descargar ciento cincuenta wagones al dia, porque la operacion de volver la caja á su estado natural consume un minuto, y todo el mecanismo de ida, vuelta y descarga se hace en cinco minutos.

Puentes de descarga.

Los puentes de descarga están formados de dos maderos paralelos, provistos de sus correspondientes barandas de hierro, que se colocan á continuacion de los rails del camino, descansando uno de sus extremos en la vertiente, y el otro en un caballete sólido y asegurado. El caballete está montado sobre un carrito, dispuesto de modo que pueda correr sobre un camino provisional, que se construye al fondo de la vertiente. Las tierras se vierten entre los dos maderos, y el puente debe tener resistencia para un convoy de wagones vacíos.

Efectuada la descarga se conducen las cajas al punto de partida ó de carga.

A medida que se ciega el puente de descarga se hace avanzar el caballete, prolongando el camino de hierro sobre el cual corre, y se destruye el que queda detrás y que se perderia entre el ter-

raplen. Se renuevan tambien de trecho en trecho los desvios para facilitar la ejecucion de las operaciones.

La descarga por medio de los puentes se efectua con mas prontitud que por el sistema inglés.

Los puentes de descarga no deben emplearse sino en los terraplenes ó desmontes que excedan de tres metros, sobre todo en un terreno accidentado, porque deberian removerse sin cesar, ni tampoco en los que excedan de diez metros de elevacion.

El caballete está formado de cuatro fuertes maderos inclinados entre sí que descansan en un carrito, y toman la figura de pirámide pues se juntan sus extremos superiores, teniendo varios travesaños en su longitud, que sirviendo de peldaños y de punto de apoyo al puente, segun la altura de la vertiente, traban y dan consistencia á los maderos: en el carrito descansan otros dos maderos inclinados que sostienen el puente.

Para acelerar la descarga se han puesto en ejecucion varios sistemas, pero todos están basados en los expuestos, consistiendo la alteracion en aprovechar la via de modo que con mayor número de desvios y pequeñas prolongaciones de via sean tres ó cuatro los puntos de descarga.

Algunas veces la descarga se opera por escalones y planos inclinados, porque en algunos casos se aban-

dona el wagon, y vertida la tierra se le encarrila de nuevo y por medio del plano indicado se le vuelve al punto de partida ó de carga (fig. 1.)

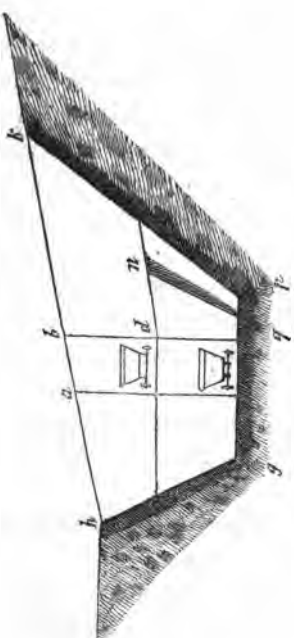


Fig. 1.

Trasporte de tierras.

Dando á las vias de descarga una inclinacion de dos centímetros por metro, es evidente que por el sistema de planos automotores, se pueden remontar los wagones vacíos con la fuerza de los cargados que descienden. De este modo se ahorra un motor; pero la disposicion de estos planos, así como el material que se emplea, es muy costoso, pues cuando se les prolonga, se levantan ó se reparan, es forzoso interrumpir la descarga y reduce á la inaccion un considerable número de operarios. Es muy frecuente tambien que se ocurran desgracias.

Conocidos dichos inconvenientes se ha convenido en dar á los planos una inclinacion de 7 á 8 milímetros de pendiente, dejar que los wagones llenos marchen por su propia gravedad, y que los vacíos sean conducidos por caballerías.

Se han empleado máquinas fijas para descargar las tierras en algunas vertientes.

La principal dificultad que vencer en los desmontes en que se emplean los wagones, consiste en establecer la regularidad en el arranque, carga y descarga de las tierras, de manera que los operarios pierdan el menos tiempo posible. Esto se consigue haciendo el

desmonte simultáneo de *depósito* y de *compensacion*.

El arranque por via de *depósito* ha de aumentar ó disminuir segun la actividad del servicio de wagones. Llenadas las cajas de descargo debe utilizarse para la remocion de las tierras los carretones de mano, de una rueda.

La construccion de las cajas de trasporte de tierras debe ser tal, que pueda inclinarse así hácia delante como hácia atrás ó á los lados, procurando evitar: 1.º que los bordes superiores estén á mas de 1 milímetro 60 sobre la superficie de los rails, para que puedan cargar los operarios la caja con facilidad;

2.º Que la caja tenga cierto desnivel hácia uno de los ángulos para que las tierras húmedas tengan desagüe por este punto;

3º Distribuir la gravedad por igual sobre las ruedas;

4.º Cargar la caja de manera que no tenga exceso en uno ú otro lado de la báscula para que haya perfecto equilibrio;

5.º Dar á las ruedas un diámetro regular para que pueda pasar comodamente sobre las piedras y demás obstáculos que se presentan á cada momento en un camino en construccion;

6.º Que esten dispuestas de modo las cajas que al verter las tierras las arrojen á una cierta distancia del wagon.

Con estos fines se ha construido un wagon de la forma 1, que gira sobre las ruedas delanteras en el momento de la descarga (fig. 2.)

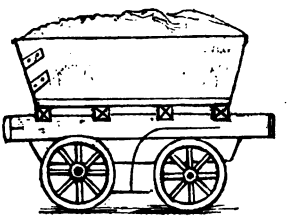


Fig. 2.

Inclinacion de las paredes ó taludes.

Los taludes de desmontes se sostienen generalmente por la abertura de los ángulos que varian segun la naturaleza del terreno, ó por medio de paredaños construidos en seco ó de cal y canto. Los muros propiamente llamados, es decir, de fábrica, no se suelen emplear mas que en las inmediaciones de los pueblos ó en los terrenos desmoronables, porque aun cuando se abrieran en ángulo agudo por la base, cegarian el camino y causarian desgracias lamentables; precaucion que nunca se debe olvidar en la construccion de caminos de hierro. Este cuidado ha de ser mayor en los terrenos permeables, porque filtrándose el

agua forma una capa viscosa y contribuye al desprendimiento de las tierras; aconteciendo muchas veces que se extiende la humedad á gran distancia y es forzoso alterar el trazado de la línea.

Para que las aguas no perjudiquen al taluz del camino suele formarles cauce y dirigirlas convenientemente, ya formando un muro en seco reforzado por machos tambien de piedras secas, los que sostienen el pié de la pared y permiten el paso de las aguas. La parte de taluz tiene una inclinacion en la proporcion de tres de base por uno de altura, apisonada la vertiente con una capa de tierra gredosa.

Cuando los trabajos de desague sean de consideracion será conveniente modificar el trazado por la seguridad y duracion de la via.

Antes de emprender una obra de *rezumo* en un desmonte, se deben estudiar los bancos de que está compuesto el monte. La indagacion de estos datos es sumamente sencilla; se abren zanjas, refluyendo las aguas en estos depósitos, y como la cantidad que se aumenta es bastante para que el calórico no lo condense instantáneamente en la atmósfera, dá lugar de observar de qué puntos viene. Con este ensayo se vendrá en conocimiento de los terrenos, si hay bancos permeables y si es preciso dirigir las aguas de filtracion : porque es sabido que todo el terreno de la

misma naturaleza tiene los mismos fenómenos ó igual disposicion.

Las observaciones indicadas anteriormente deben practicarse al amanecer, porque careciendo el sol de fuerza bastante para volatilizar el agua, acumulada durante la noche, permanecerá esta en la zanja, y sus paredes tendran marcadá la huella que impriman al filtrarse.

Los ingenieros de todos los paises han estudiado con suma atencion este asunto por la gravedad de sus consecuencias, y cada uno ha expuesto los sistemas que segun la naturaleza del terreno ha considerado mas conveniente. Los hay sumamente ingeniosos y de poco costo, que es lo que se debe procurar despues de la seguridad; pero como las dimensiones de un manual no nos permiten exponerlos con toda la extension posible que desearamos, recomendamos la atencion sobre el particular.

Revestimiento de taludes.

Ya hemos indicado que los taludes se podian asegurar con muros en seco ó de fábrica; pero ahora añadimos que tambien se pueden trabar las piedras con tierra vegetal, por ser menos costoso, y ofrecer igual seguridad cuando están construidos con arte.

Los taludes apisonados con cesped, greda ó mortero son tambien de duracion.

Los arroyos y zanjas de los caminos de hierro deben estar igualmente cubiertos de las materias indicadas, estando cortados cada tres ó cuatro metros de distancia en forma de talud, es decir, con una inclinacion conveniente para que no se destruyan con la corriente de las aguas.

Los arroyos de desagüe se conducirán al primer barranco que les pueda absorber para dejar expedita la via. Si es preciso conducirlos de un lado á otro, será muy conveniente hacerlo por medio de una alcantarilla.

Puentes y viaductos de diferente naturaleza.

Las obras de los caminos de hierro no se diferencian de los de los caminos ordinarios mas que en su magnitud : en los últimos se gana un barranco por medio de un puente y en los primeros se atraviesa un valle ó se fabrica un viaducto sorprendente.

Hay puentes y viaductos de varias especies.

Los puentes son de madera, de piedra, ladrillo, de hierro fundido, de hierro batido y de alambre.

Los puentes de madera son generalmente los mas económicos, pero tambien son los de menos duracion.

Ninguno de los procedimientos conocidos para aumentar la duracion de la madera ha dado resultados favorables : solo en algunos casos es conveniente la preparacion de las maderas, y en particular para las traviesas.

La experiencia ha demostrado la ineficacia de los puentes de madera, y así vemos que en Alemania se estan reemplazando con puentes de piedra ó de hierro por ser mas duraderos, lo que compensa en parte el coste con la duracion. Es con todo la madera de buena aplicacion en el paso de los valles, siempre que los puentes deben estar suspendidos á una considerable altura, encima de las aguas, y sometidos á la influencia permanente de la humedad : esto mismo hace que sufra descomposicion la madera, y que sin embargo de ser fácil de trasportar y hacer una construccion en madera, resulta sumamente cara por la cantidad de material que suele entrar en su construccion.

En Inglaterra, se han abolido por completo las construcciones en madera. Cuando se ha de establecer un puente en un valle, aunque sea seco, si no hay sillares á mano, si es difícil el trasporte de hierro, no cejan ante este inconveniente, relegan aquel punto para el caso en que estando adelantado el camino, pueda construir se el puente de sillares ó de hierro.

En algunos casos construyen un puente provisional

de madera, para que no sufra retraso la explanacion de la via, pero dicho puente desaparece en cuanto puede ser reemplazado por uno mas sólido.

Los puentes de piedra y de ladrillos son de solidez reconocida y de duracion infinita. Se construyen con suma presteza y son bastante económicos; son elegantes y sólidos, sin embargo que no ofrecen con mucho las garantías de los puentes de hierro forjado.

Los sillares presentan algunas veces ciertas venas que alteran la naturaleza de la piedra, y otras están formadas de elementos extraños que se modifican con el tiempo y ocasionan asientos y grietas que determinan hundimientos, etc.

Las piezas de que consta un puente de piedra no se pueden calcular con la exactitud matemática que los de hierro, y no se puede dar á los primeros la extension y ojos que á los segundos.

Otra circunstancia muy estimable es que los puentes de piedra no se contraen y dilatan con la influencia atmosférica; pero en cambio resulta en favor de los últimos que se pueden probar antes de asentarlos definitivamente y corregir los defectos que se han cometido en la construccion.

La ventaja de los puentes de hierro y de alambre, consiste en poderles dar la extension que sea conveniente al camino, usar de piedras de todas formas

y adaptarlos en todas direcciones y de ser de gran duracion. En algunos casos solo empleando el hierro se puede ganar un paso, colocándolo en un punto elevadísimo.

La economía que resulta de la construccion de un puente de hierro en un paso peligroso, que casi seria imposible sin la existencia de ese precioso metal, es una ventaja sumamente estimable que no se debe olvidar.

La elaboracion de objetos de hierro batido ha tomado mucho incremento estos últimos años, especialmente en Inglaterra. En el dia se construyen buques, locomotoras y puentes de caminos de hierro, con este precioso metal batido.

El empleo del hierro ofrece, al parecer de algunos ingenieros, en particular los franceses, graves inconvenientes por la oxidacion que experimenta aquel con la humedad al cabo de cierto tiempo; pero esto se corrige en gran parte pintándolos, como en otro lugar indicaremos.

Dá muy buenos resultados en la construccion de puentes y viaductos, la asociacion de la piedra con el hierro.

Generalmente sirve aquella para formar los estribos y sobre estos se extienden las vias ferreas, travesadas entre sí, como se verá.

Las construcciones mixtas han resistido hasta el

presente, sin la menor alteracion, el paso de grandes convoyes á toda velocidad; pero no ha sido admitido hasta hace muy poco tiempo como construccion científica.

Los puentes se clasifican del modo siguiente:

Puentes y viaductos de madera ó de madera y hierro, con arcos ó siendo tan solo un tablero.

Puentes de madera ó de madera y hierro, con arcos debajo el tablero, ó estando este en parte ó por completo suspendido sobre los estribos.

Puentes de madera ó mixtos de madera y hierro, apoyados sobre piés de madera, conocidos con el nombre de *puentes americanos*.

Puentes de madera ó mixtos, como los anteriores, descansando en parapetos ó estribos de hierro y madera.

Puentes de madera ó mixtos de hierro y madera, suspendidos sobre pilas de piedra ó hierro.

Puentes de piedra ó de ladrillos, construidos con bóveda ó con arcos mas ó menos rebajados.

Puentes ó viaductos de piedra formados de arcos ó de entramados de maderas.

Puentes de hierro, formados de arcos de hierro fundido ó de hierro batido.

Puentes construidos con entramados de hierro.

Puentes tubulares, compuestos de tubos de hierro fundido.

Puentes de alambres.

Puentes colgantes.

Puentes de hierro fundido, de hierro batido y de piedra en diversas combinaciones.

Puentes ó viaductos de madera.

Citaremos ejemplos de viaductos en madera, con arcos debajo del tablero, los magníficos del camino de hierro de Newcastle en North-Shields.

Los arcos están formados de planchas sobre puestas y cerradas como un alero, descansando sobre dos pilas de piedra.

Los puentes inclinados son muy comunes en los caminos de segundo órden, que por la naturaleza del terreno hay que vencer muchos accidentes.

Algunos de los mejores puentes que figuran en los caminos de Francia han sido construidos de madera en un principio y reemplazados con otros de piedra ó de hierro sin que para ello haya sufrido la explotacion la mas pequeña interrupcion.

En los caminos de América es muy frecuente ver viaductos con arcos cerrados descansando encima de estos el tablero.

Los puentes con estribos de madera ó de hierro y madera son muy comunes en Francia.

Se disponen estos tambien con estacadas.

Los hay igualmente con tableros de madera sostenidos por columnas ó pilas de piedra; sin embargo suele emplearse este sistema en caminos de poco tráfico.

Puentes y viaductos de piedra y de ladrillos.

Para proceder á la construccion de un puente de piedra se procurará ante todo abrir una zanja hasta hallar una capa que pueda servir de lecho seguro á los cimientos que han de sostener las pilas ó estribos, porque de la acertada construccion de estos depende la duracion del puente. Las circunstancias generales de los puentes son los que se han de tener presente en la fabricacion de los puentes de piedra de los caminos de hierro, añadiendo á aquellos la gravedad y velocidad de los convoyes ó trenes que siempre ejercen influencia en la obra de fábrica.

Los puentes de ladrillos suelen tener los estribos de sillares y, segun opiniones respetables, ofrecen mas seguridad que los de piedra.

Puentes entramados ó de hierro batido.

No existen muchos puentes de alambre, pero es digno de mencion, por sus proporciones gigantescas, el de Saltash. Este puente está unido por sus dos ex-

tremos á un viaducto ordinario de hierro, formado de dos arcos de 455 piés cada uno. Estos dos arcos tubulares de hierro batido, de seccion elíptica cuyos puntos de impulsion se destruyen por medio de una série de travesaños de hierro, en direccion polígonal, componiendo un sistema de trabazon seguro, están suspendidos de otros tirantes de hierro, dos barras de hierro que forman las barandillas del puente, entre las cuales está asentada la via ferrea.

En esta obra considerable no se ha empleado el hierro fundido mas que para las pilas sumergidas en el agua.

Los dos puentes tubulares de Conway y de Mersay, son obras dignas de mencion.

Se compone de dos grandes tubos rectangulares de hierro batido, entre los cuales pasa el camino.

M. Gouin ha construido cinco grandes puentes de hierro, de los cuales cuatro son del sistema tubular y el quinto del systema diagonal, los que han merecido la celebracion general. Es uno de los fabricantes franceses mas entendidos.

Todos cuentan dos vias no siendo estas independientes mas que en dos de ellos. La extension de tres es de treinta metros, los otros de 40 ó 50.

En los Estados Unidos se ha construido un inmenso puente tubular en el camino de hierro de New-York al Canada. Consta de veinte y cinco secciones, las del

centro de 100 milímetros 05 de extension: las dos pilas del centro tienen 5 m. 49 de espesor y aumentan gradualmente hasta dicho volúmen.

El peso total de hierro empleado será de 10,000 toneladas.

Seria interminable la relacion de los puentes que existen en los caminos de hierro, todos á cual mas dignos de mencion y de estudio.

Puentes de hierro batido y fundido.

Algunos ingenieros ingleses han admitido hasta hace poco tiempo el empleo simultáneo del hierro batido y fundido para los puentes, limitando la fundicion á las partes de la obra en que carga la resistencia, y á las partes trasversales en que no se efectua una presion grande.

Como modelo de esta clase de construccion indicaremos el puente de Newark, cuyas secciones tienen 259 piés de extension.

Puentes colgantes.

Los puentes colgantes tienen gran aplicacion en los ferro-carriles de los Estados Unidos.

El puente de Harper, construido para una sola via, está formado de un tablero de madera, suspendido

de dos barras de hierro batido ó fundido, de gran solidez, cuyos estremos descansan sobre estribos ligeros asentados en sillares.

Cada seccion descansa en un capitel de una pilastra de hierro fundido, afianzado por dos tirantes de hierro batido que sostienen las vigas y demás piezas del puente.

Con esta disposicion todos los puntos del tablero y de la carga accidental, que ejercen presion en las pilas, se comparte por medio de los tirantes de hierro en los puntos de apoyo extremos. La presion horizontal, resultado de la inclinacion de los tirantes, se equilibran por medio de las barras de hierro fundido, que no hacen otro oficio que el de gravedad.

La solidez se completa por medio de dos cruces de San-Andres, sumamente ligeras y de hierro batido, que atan entre sí los extremos de las pilas y columnas, sirviendo de piezas auxiliares en caso de rotura de algunas principales.

Los puentes de dos firmes están trabados en el plano horizontal por medio de dos cruces de San-Andres de hierro batido y de piezas sólidas de hierro fundido adaptadas á las pilas. La figura del puente es de un tubo rectángular compuesto de una barandilla enrejada de hierro batido ó fundido.

No tomando parte en el juego ni en la resistencia las piezas auxiliares, trabajan las principales por igual,

estando dispuestas las barras de modo que guardan proporcion con la fuerza que las pone en movimiento.

La diferencia de elasticidad de estos dos metales no puede servir de objecion para impugnar su combinacion por cuanto todas las uniones son articuladas.

Este sistema, que es el mejor de los puentes colgantes, tiene la ventaja de que todas sus piezas pueden ser reconocidas y cambiadas cuando no satisfacen la confianza, y destruyen por completo las vibraciones y oscilaciones muy perjudiciales en esta clase de obras.

Resulta además que la tension se reparte entre las piezas y que la rotura de alguna de estas no puede ocasionar consecuencias graves.

Construcciones tubulares.

Se ha empleado un nuevo sistema para la construccion de las pilas de los puentes de gran extension en los caminos de hierro, que consiste en fijar unos piés en el suelo, sean de hierro ó estacas, y adaptando una llave en la parte superior, imprimirles un movimiento de rotacion para que penetren en forma de tornillo ó espiral.

Este sistema ha sido aplicado con buen éxito en la

construccion de algunos puentes y viaductos de los caminos de Francia.

Construcciones por medio del vacio.

Una columna de hierro fundido y hueca, abierta por la parte inferior, está cerrada hermeticamente por medio de una bomba aspirante que comunica con una máquina neumática. Una parte de la base está empotrada en el suelo ó fondo de las aguas, así sea de greda, arena ó arcilla.

Se pone en movimiento la bomba y á medida que disminuye la presion interior del tubo de hierro, las aguas exteriores, así como las arenas, por la presion atmosférica tienden á introducirse : la corriente de las aguas que se opera en la parte inferior acumulará y fortificará por consiguiente el pié ó base de la columna enclavándose esta por su propio peso, aumentado por la gravedad atmosférica, que gravita sobre la parte superior.

Relleno el tubo de agua y arenas, se levantará por cualquier medio y le volverá á sumergir hasta la profundidad conveniente.

La operacion mejor practicada de este sistema ha sido ejecutado en el camino de hierro de Chester á Kolyhead, en el viaducto de Anglesey

Una de sus pilas está formada de hierro fundido, y

consiste en una base con diez y nueve tubos, siendo cada uno de estos de 0 m. 037 de espesor, y 0 m. 355 de diámetro exterior.

Construccion por medio de la compresion del aire.

Las pilas tienen por la base la forma de campana prolongada, y el sistema consiste en comprimir el aire en vez de establecer el vacío.

Algunas veces se emplean cilindros de hierro fundido de 1 á 3 metros de diámetro, formados de una série de anillos de mas ó menos longitud, segun el terreno en que se han de fijar.

El tubo abierto por la parte inferior está cerrado por la superior por medio de un tapon fijo : dos respiraderos destinados á servir de intermediarios entre el interior y el exterior, tienen la figura semicircular y se cierran con una pieza que adquiere estabilidad por la misma fuerza del aire.

Contiene dos llaves que establecen la comunicacion del aire exterior con el interior, con el fin de permitir el paso de los materiales y la libra operacion de los obreros. Con el último objeto tiene dos escaleras en su interior.

Un método especial de puente equilibra el tubo lleno de aire comprimido que tiende á escaparse.

La operacion se efectua del modo siguiente : se lle-

na de aire comprimido el tubo por medio de una manga y bomba expelente : los agujeros mencionados se cierran, y teniendo una presion regular el agua que se eleva en el interior del cilindro es absorbida por la permeabilidad del terreno ó por un sifon cuando aquel es impermeable. Absorbida el agua se efectua un movimiento en la base del tubo que permite la introduccion de las tierras en el hueco, facilitando al mismo tiempo la introduccion de aquel en el suelo. Unos obreros colocados en el interior del tubo escarban el piso y recogen su contenido en espuertas, sacando estas por una de las aberturas de comunicacion del tubo y el depósito de aire : extraido por medio de cuerdas se cierra esta comunicacion y se abre la que pone en comunicacion el depósito con la atmósfera.

Los obreros trabajan en la atmósfera de aire comprimido con bastante molestia, y es reconocido que es de todo punto perjudicial el permanecer en ese encierro siempre que la altura del agua añadida á la altura del terreno pase de 25 metros.

Cuando el tubo está enclavado en el suelo, á una profundidad conveniente, se construye en su base un lecho de cemento romano, para impedir la entrada de las aguas, y despues se acaba de rellenar la cavidad con morterq ordinario.

Las pilas sumergidas en el agua son cilindros de

2 m. 30 de diámetro, descansando sobre una parte que es cónica.

El sistema de puentes tubulares ha sido empleado en Egipto, en el camino de hierro de Alejandria al Cairo, y en otros varios de Francia é Inglaterra.

M. Bruxel construyó un cilindro fundido de 26 m. 83 de altura media, que excedia 1 m. 83 el nivel de las aguas. Pero resultó que la roca sobre la cual debia descansar el tubo tenia cierta pendiente, y como el cilindro carecia de esa desigualdad en la base, se cortó en este sentido; pero se tuvo que abandonar, porque siendo imposible empotrarlo en el piso, carecia de base y excedia el nivel de las aguas.

Despues de varias modificaciones, entre las cuales es de notar que dividió el tubo en dos partes, y que en la primera estableció una campana esférica, en la cual se ejercia la presion, y otra que podia suprimirse despues de efectuado el trabajo de albañilerías ó que llegase este al nivel del agua.

En la campana inferior dipuso otra campana concéntrica, que formaba una estancia anular dividida en estancias, puesta en comunicacion con el exterior por medio de un tubo neumático, contenido dentro de mayor diámetro.

Este tubo tenia por objeto comprimir el aire de la parte anular en donde los operarios trabajaban bajo

una presion de dos á tres atmósferas, para guardar relacion con la del agua que los rodeaba.

El tubo mayor servia para la extenuacion.

Cuando el piso estuvo elevado á mitad de esta especie de campana de prolongacion, y que la roca sobre la cual descansaba estuvo adaptada á aquella por medio de obra de fábrica, llegó esta á la superficie del agua, en cuyo punto hemos dicho se unen las dos piezas de la campana, para que no pueda penetrar el líquido en su interior.

En el caso que resulten infiltraciones bastará una bomba ordinaria para desaguar la cavidad.

Puentes giratorios.

Esta clase de puentes no deben usarse en los caminos de hierro, porque pueden ocasionar, con la mayor facilidad, siniestros de consideracion.

Han estado en boga en Bélgica y los hay tambien en Inglaterra y Francia; pero está probado hasta la evidencia que el menor descuido puede poner en peligro la vida de los viageros, pues una línea que se desvie forma un ángulo de consideracion y es inevitable un descarrilamiento.

Construccion de calzadas.

Conocido el modo de hacer las obras de desmonte y terraplen, y las de albañilería, y dada cierta pendiente al terreno que ha de constituir la línea ferrea no es del caso fijar los rails sin la debida preparacion y asiento sobre los puentes, terraplenes ni desmontes.

Los terrenos explanados se convierten generalmente en barro espeso, que impide el cómodo tránsito, perdiendo la dureza indispensable á la base de los caminos de hierro.

Las obras de fábrica, siendo, por el contrario, demasiado rigidas, serian de difícil y pesado tránsito para los viageros y material si estuviese en contacto inmediato con el camino.

Es conveniente y necesario interponer entre el terreno natural, ó las obras de albañilería, y la via ferrea una capa artificial permeable, pero que sea menos susceptible que el terreno á descomponerse, y menos dura que las obras de albañilería.

Llámase firme la materia que se suele emplear para este objeto : la arena dá muy buenos resultados.

En los desmontes el camino propiamente dicho, tiene dos fosos, entre los cuales se prolonga, para

recoger las aguas que filtrando de las paredes destruirian la via.

Se debe procurar que la superficie del camino sobre la cual se asientan los rails, esté lo mas seca posible; así se dará cierta inclinacion al camino para que las aguas refluyan á los fosos. La capacidad de los fosos ó zanjas de desagüe debe ser proporcionada á la latitud del camino, y calculada segun la cantidad de agua, que en un momento dado puedan refluir en el desmonte. En todos casos la profundidad de los fosos debe ser mayor que la latitud.

El fondo de los zanjas han de tener cierta inclinacion, partiendo del punto culminante del camino, perdiéndose en este sentido en los barrancos de desagüe natural : en los terraplenes se puede prescindir de los fosos, pero se ha de estudiar la inclinacion del terreno para formar alcantarillos de desagüe donde se reunan las aguas de temporales, porque depositándose á lo largo de la via se infiltrarian en esta y llegaria el momento en que no teniendo resistencia bastante se agrietaria el terraplen y causaria desmoronamientos de consideracion.

El firme del camino debe ser de 25 á 30 centímetros de espesor. La materia de este se trasporta por medio de wagones de descarga tirados por caballos, descansando las ruedas de aquellos en las vias colocadas para el camino en explotacion. Cuando el

camino consta de dos vias se extiende el firme en una sola y terminada esta se utiliza la fuerza de la locomotora para la preparacion de la segunda. Por este medio se adelanta la construccion considerablemente pues se descargan á la vez muchos wagones.

Encima del firme se colocan las traviesas de madera, que se ha de procurar queden apoyadas por todos los puntos longitudinales en el camino explanado. Colocadas las traviesas como se acaba de indicar, se cubren de arena ó de la materia de que está formado el firme, apisonando con gran cuidado el espacio comprendido entre las traviesas, con el fin de que queden bien trabadas, porque es un requisito indispensable para la conservacion del camino.

Además de la seguridad que por este medio alcanza el camino, se evita que se pudran las traviesas de madera con el constante influjo atmosférico.

La perfecta construccion de la explanacion y firme son condiciones indispensables para la duracion del camino y seguridad de los viageros.

Un camino ligeramente construido está expuesto á graves incidentes, porque alterándose la base son muy fáciles los descarrilamientos.

En algunos terraplenes conviene que el firme esté sostenido por pequeños muros formados en seco, para que trabando la materia extendida á lo largo del

camino, permita al mismo tiempo el paso de las aguas.

En los desmontes las paredes cortadas hacen veces de muros de estribo; pero en algunos casos es preciso formarlos artificiales al pié de la via, de modo que constituyan un costado del foso ó zanja de desagüe.

Los terrenos margosos son fáciles de desaguar: para esto se abren zanjas bastante profundas y se procura salida á las aguas por el punto inferior. Rara vez vuelven á absorber la humedad.

Cuando por la naturaleza del terreno es imposible desecar el camino, en el cual se han de asentar las traviesas, se construyen unos pilares de trecho en trecho y sobre estos se fijan los maderos que han de servir de base á los rails.

Para trabar mejor los pilares se forma una especie de enrejado con traviesas que dan consistencia á la via.

En algunos puntos se ha tenido que cimentar el camino con sarmientos y ramos secos, asegurándolos por medio de estacas y grandes piedras, resultando que dichas vias fluctuan sobre las aguas como un puente de barcos.

Los caminos de hierro se componen generalmente de rails de hierro batido ó fundido, y en algunos casos de madera, clavados directamente ó por medio

de piezas de hierro fundido, en traviesas de madera ó asentados sobre sillares de piedra.

Las traviesas son maderos colocados á lo ancho del camino, y por consiguiente en sentido perpendicular á los rails que constituyen las vias férreas.

Las traviesas son, por lo regular, la mitad de un tronco cortado á lo largo, teniendo por base la parte aserrada y presentando el lado cilíndrico á la superficie. En esta se clavan los cojinetes y se adaptan á ellos los rails por medio de cuñas de madera.

Las traviesas deben estar mas espesas en los terraplenes que en los desmontes, porque los primeros son susceptibles de experimentar movimiento, en tanto que los segundos, por la naturaleza del terreno, no disminuyen de resistencia ni se efectua ningun asiento.

En algun tiempo se clavaban estacas á lo largo de la via para fijar los rails; pero se ha reconocido su ineficacia, y se ha desertado este sistema : se emplea el de las traviesas ántes mencionadas, porque además de aumentar la solidez del camino, como se ha dicho, mantiene los dos rails de la via á una distancia constante, y que en cualquier caso de hundimiento ó trastorno, se pueden levantar aquellos, que como son de madera gozan de cierta elasticidad que hacen mas suave el movimiento de los coches, cualidad muy

estimable para la conservacion del material y comodidad de los viageros.

Está comprobado que no resiste tanto el material empleado en la explotacion de un camino de hierro, cuando se reemplaza con sillares ú obra de albañilería las traviesas de madera : el roce de los rails resulta mucho mayor cuando los cojinetes están sentados sobre piedras. Es indisputable sin embargo que la piedra es de mas duracion que la madera.

En las estaciones no se debe emplear de ningun modo la piedra porque aumenta considerablemente el ruido.

Los apoyos de piedra no deben emplearse mas que en las explanaciones en que, por la naturaleza del terreno, no ofrezca este el menor movimiento.

En los terraplenes no se debe emplear hasta tanto que hayan trascurrido cinco años, por lo menos, y que se tenga la seguridad que no ha de experimentar movimiento.

En los trazados de curvas hasta 800 metros de radio, deben colocarse apoyos de piedra en mitad de cada rail, por lo menos estando unidos con dos traviesas, de modo que la distancia del carril, formado por las dos vias, no pueda sufrir la menor alteracion.

Esta trabazon es completamente innecesaria en las curvas de mayor diámetro y sobre todo en las par-

tes rectilíneas, siempre que las traviesas estén bien apisonadas entre el firme.

En Baviera se han probado varios cuerpos elásticos para interponerlos entre los cojinetes y las traviesas, pero ninguno ha dado el resultado satisfactorio que se deseaba.

Cualidades que ha de tener la madera para traviesas.

Las traviesas que se usan por lo regular en Francia y en Bélgica, son de roble, porque siendo muy abundante en estos paises, tiene la ventaja de no exigir ninguna preparacion y de ser muy duradero.

Tambien se ha usado bastante en Francia el pino preparado y la madera de haya.

En Bélgica, Inglaterra y Alemania está en uso el abeto, procurando que sea poco resinoso, y preparado convenientemente.

Como carece Inglaterra de roble, todas las traviesas son de abeto preparado, para que no se altere con la humedad y los cambios atmosféricos.

En Suiza emplean el alerce sin preparacion.

En el camino del istmo de Panamá, son las traviesas de madera de *gaïac,* reconociendo que la influencia de los trópicos alteraria las otras maderas con suma facilidad.

Las traviesas pueden ser cuadradas, triangulares

ó planas por un lado y cilíndricos por otro, como suelen resultar de la division de un tronco en línea longitudinal.

Las traviesas cuadradas tienen ventajas sobre las otras porque carecen de corteza y se asientan mejor en el firme, pues sus paredes laterales contribuyen á darle solidez. Las triangulares han tenido bastante aplicacion en Inglaterra, pero se ha abandonado su uso porque son muy fáciles de desviarse : uno de los ángulos se enclavaba en el firme y presentaba uno de los planos en la superficie. Las mas generalizadas son las traviesas formadas por troncos cilíndricos aserrados en línea longitudinal.

Materias de que se hacen los rails.

En Alemania y en los Estados Unidos se usaron en un tiempo los rails de madera; pero se han sustituido por los de hierro fundido, y en algunos casos se han empleado rails de hierro batido y tambien mixtos de hierro y madera.

Los rails de hierro fundido se han reconocido de poco éxito en los caminos de gran velocidad y han dejado de emplearse tambien en otros de poco movimiento.

El defecto capital de los rails fundidos es su fragilidad; los de hierro batido tienen la ventaja de que

se pueden construir de mayor longitud y por consiguiente resultar menos puntos de union, que siempre son sensibles en el tránsito de los coches.

Los rails suelen tener seis metros aproximadamente. Aun cuando el hierro fundido es mas barato que el vírgen ó batido, los rails fundidos, suponiendo que tengan resistencia igual, resultan mas caros que los batidos, porque siendo de primera clase el hierro que se ha de emplear para la fundicion y de segunda el hierro para los rails batidos, la diferencia de clases aumenta considerablemente el precio. Si á esta consideracion añadimos que á dimensiones iguales, ofrecen los rails batidos mas resistencia que los fundidos, y que se construyen aquellos mas ligeros, tendremos que todas las ventajas están de parte del hierro batido.

Se arguye en contra de lo sentado, que el hierro batido se oxida con mas facilidad que el fundido, sacando por consecuencia que el roce los desgasta con mayor prontitud.

La experiencia ha demostrado palmariamente que tales asertos son infundados.

Extendidos los rails en un camino explanado convenientemente establecen dos corrientes eléctricas que los preserva de la oxidacion.

En algunos casos acontece que salten hojas, pero esto, como se comprende á simple enumeracion, es

defecto de construccion, no de la materia de que están formados los rails.

Así se han combatido el deterioro de las vias de hierro batido por el roce.

Si se cree que los rails fundidos llevan ventajas á los de hierro batido ¿porque se les dispone de modo que tengan una capa exterior muy dura y la interior menos duradera?

Destruida la superior ¿de qué servirá el rail?

La relacion que establecemos entre las vias fundidas ó fabricadas á mano, movieron á sustituir las vias de madera con las de fundicion en 1780.

Los primeros caminos en que se usaron los rails de hierro batido, fueron los construidos en 1810 por Lord Carlisle: al mismo tiempo se construyeron otros con rails fundidos, y trascurridos ocho años, de servicio continuo, estaban en mejor estado los primeros que los segundos, y desde entónces el célebre ingegeniero Georges Stephenson hizo patente que eran de mas duracion las vias construidas con hierro batido.

A pesar de la autoridad de este célebre ingeniero quisieron presentar algunos fabricantes, por propio interés, que las ventajas de las vias estaban en favor de los rails fundidos.

Los rails á ángulo recto no tienen aplicacion en el dia, sino en las minas: por lo regular son de hierro fundido.

Estas vias se adaptan fácilmente á cualquier terreno, y por esta razon se emplean en los desmontes barras de seccion cuadrilonga porque adaptándola sá las muescas que se abren en las traviesas y sosteniéndolas ligeramente con una cuña de madera, se las puede levantar con facilidad y darles la direccion conveniente.

Las traviesas empleadas en estas vias provisionales suelen ser cuadradas, para que ofrezcan mayor solidez, que, como hemos dicho, la adquieren por el mayor número de puntos de apoyo que presentan.

En esta clase de carriles deben emplearse wagones ligeros, porque de lo contrario se encorvarian los rails, particularmente los de las curvas exteriores, si presentase alguna la disposicion del trazado.

La disposicion de las barras y traviesas se podrá ver en la adjunta fig. 3.

Para salvar este grave inconveniente se ha procedido á dar mayor espesor á los rails externos; pero esto, como se comprenderá fácilmente, es una imperfeccion que se debe desterrar.

Como para seguridad de la via férrea es conveniente que los rails toquen en el mayor número de puntos posibles en la rueda, se ha puesto en uso el asentarlos sobre unas piezas de hierro fundido, que se designan con el nombre de *cojinetes*.

Por medio de los cojinetes se levantan las vias, y

no se pierde la mitad por lo menos para asegurarlos convenientemente en las traviesas.

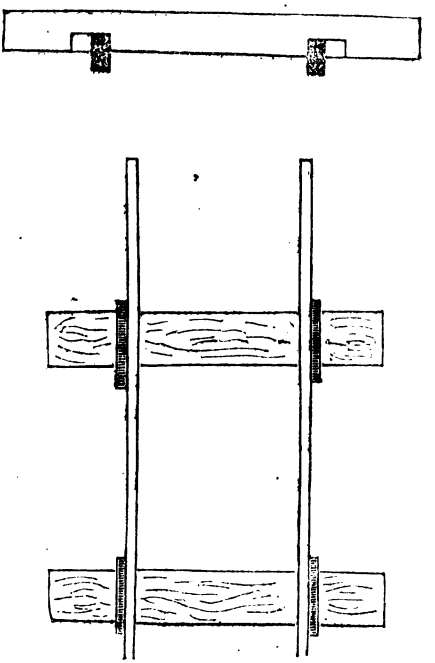


Fig. 3.

Los rails asentados de este modo se conocen con el nombre de rails de engranage.

Las primeras barras asentadas por este sistema

fueron los empleados en el camino de hierro de Saint-Étienne á Lyon y de Roanne á Andrezieux, y tenian la forma de la fig. 4.

El cojinete era una hembra de hierro fundido que descansaba en la traviesa: los dientes dejaban en la parte inferior una cavidad semicircular formada por el rail y la cuña de madera con que se afianzaba aquel:

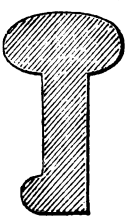


Fig. 4.

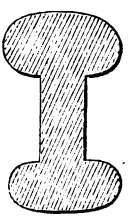


Fig. 5.

las paredes del cojinete estaban sostenidas y afianzadas, por la parte exterior, con dos volantes circulares que descansaban en los brazos, que por medio de dos ó cuatro grandes clavos se fijaban en las traviesas.

El cojinete era de una sola pieza, y todas las partes descritas resultaban de la fundicion (fig. 5.)

La parte elevada del cojinete correspondia al interior de la via, y frotaba con ella el reborde de la rueda.

Esta forma hacia imposible la vuelta de los rails, cuando se degastaba un costado, y esto determinó á disponerlos de modo que presentasen un diente en cada lado y que fuesen enteramente simétricos (fig. 6.)

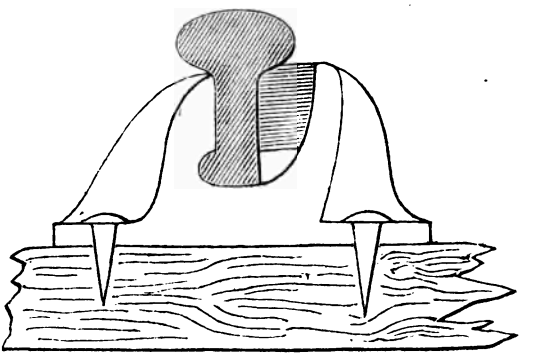


Fig. 6.

La experiencia vinó á comprobar que esta segunda forma era mas conveniente que la primera, porque sirviéndose de los mismos cojinetes, tienen dichos rails la ventaja de poderse volver y aun girar de arriba abajo, resultando que una barra puede servir por cuatro lados ántes de abandonarla por su deterioro parcial.

La mayor parte de lineas férreas están formadas de rails de doble engranage; pero resulta segun

manifiesta el entendido director de las fraguas de Decazeville, que el metal no es constantemente homogéneo; que el que forma el engranage es menos denso y menos depurado que el que compone el cuerpo.

Teniendo en cuenta las observaciones expresadas y tratando de remediar este defecto, ha adoptado M. Coste, para el camino de Saint-Étienne, un rail de espesor igual en toda la longitud de la via, con una muesca en cada lado; pero como para no consumir tanta cantidad de metal ha disminuido la altura, resulta el rail demasiado flexible. La experiencia ha dado la superioridad á los rails de doble engranage.

En algunos caminos modernos se han empleado barras de doble engranage, pero dispuestos de modo que tenian la misma altura, pero no los lados iguales: el inferior era de menos cuerpo que el superior. Aun cuando este sistema de construccion permitia depurar con mas cuidado el lado superior, y disminuia por consiguiente el deterioro, no ofrecia tanta seguridad, y pesadas las ventajas resultaban en favor de los rails de doble engranage.

Las barras metálicas ó rails no se alteran solamente con el roce de las ruedas, sino que se deterioran tambien con la impresion que ejercen aquellos en los puntos de apoyo; así resulta que si se vuelven

pasados algunos años de servicio, presentan siempre desigualdades y duran muy poco tiempo.

Apoyado en la experiencia dice un entendido ingeniero francés, que todo rail que haya estado funcionando por espacio de siete años, no debe volverse porque es indudable su pronta rotura.

La rotura de rails que ocasionan tan lamentables desgracias son generalmente el resultado del poco conocimiento de la naturaleza del metal y de las modificaciones que experimenta al recibir forma distinta. No porque presente el hierro, en su exterior, buen aspecto se ha de olvidar el servicio que han prestado los rails, y dejar de examinarlos con detencion para ver si se han esfoliado.

Este cuidado ha de ser mayor por cuanto depende de su observancia la vida de los pasageros, que fiados en la buena fé y conocimientos de las empresas exponen sus capitales y existencia.

Un gran número de ingenieros sientan como término medio para volver los rails, considerándolos libres de exposicion, desde los siete á los diez años de servicio; pero para esto es menester considerar que dichos rails sean de primera clase y construidos en las fábricas de nombradía, porque los de segunda clase presentarian grandísima exposicion á los cinco años de estar tendidos.

En Francia se ha hecho general el uso de rails de

un solo engranage, y entre los ingenieros de esta nacion reina gran divergencia de opiniones sobre cual merece superioridad.

En Alemania se emplea un sistema de rails que consta de un solo engranage, fijo por la parte inferior á un cojinete que descansa sobre las traviesas, á las que se adapta por medio de dos gruesos clavos. Barra y cojinete forman una sola pieza.

Este sistema se conoce con el nombre de *rails americanos*, y tambien con el de *rails de patines*.

El principal defecto que se atribuye á este sistema de construccion es que se encorvan con facilidad los rails y que son mas difíciles de reemplazar que los de doble engranage ó piñon.

Entendidos ingenieros alemanes manifiestan que aun en las curvas de regular diámetro se mantienen constantes las vias, y que teniendo un espesor regular los piés se conservan sin falsear lo mas mínimo, pudiendo pasar los trenes con gran velocidad sin temor de experimentar desvios.

La dificultad de poder levantar los rails se vence con un aparato sumamente sencillo, y aseguran que se puede renovar en menos tiempo que los de doble piñon.

En Prusia se han hecho uso de los rails de doble piñon adaptados á un cojinete de igual figura.

Con todo y los buenos resultados que han dado las

vias á la americana, han convenido los ingenieros alemanes en adoptar los rails de doble piñon porque :

1.º La fabricacion por este sistema es mas sencilla y por consiguiente menos costosa que la del sistema de patines.

2.º La colocacion de los rails por medio de cojinetes es mas fácil.

3.º En caso de rotura de una barra, del sistema de doble engranage, se puede efectuar el cambio instantáneamente.

4.º Si está desgastado uno de los piñones, se le puede volver y el mismo rail presta doble servicio

5.º Que montando las barras sobre cojinetes de hierro fundido y asentados sobre traviesas, se pueden enclavar profundamente en el firme y aumentar por este medio la solidez contribuyendo al mismo tiempo á la conservacion de la madera, que, como hemos dicho en otra parte, se conserva privándola de la humedad y cambios atmosféricos.

6.º Que trabadas las barras convenientemente tienen todas las ventajas de los rails á la americana, mas los de su propio sistema, que no son de despreciar, sin tener los inconvenientes expuestos de aquellos; y

7.º Que no hay necesidad para fijarlos en las tra-

viesas de clavos, que no ofrecen nunca completa seguridad pues si estos se tuercen, hay que emplear nuevas maderas; resultando en algunos casos que si no se examina detenidamente como quedan las traviesas, pierden estos la resistencia al poco tiempo, se abren y causan perjuicios de consideracion á la explotacion del camino.

Para que los rails á la americana no ofreciesen dificultades graves deberia hacerse uso de traviesas escogidas; pero esto seria difícil y sumamente costoso.

La sencillez que requieren los caminos de hierro y la economía de gastos, que debe ser la base de las empresas, no entendiendo suma economía por escasez, hacen inclinarse á los de mayor dimension, y esto, unido á la duracion que ofrecen las vias sentadas sobre cojinetes, hace que dan la preferencia á los de doble piñon. Esta ventaja se hace mas sensible si entre las traviesas se puede establecer algunos puntos de apoyo de piedra.

Cuando no se puede disponer mas que de traviesas de roble, ó se ha de echar mano de traviesas de pino muy resinoso, es preciso asentar los rails sobre las traviesas intermedias de modo que los cojinetes descansen en muescas horizontales, y que esten bien clavados; que cada rail tenga tres traviesas por lo menos en su longitud y que se pongan traviesas de

mas extension en las curvas menores de 440 metros de radio.

Si no se tiene mas que pino ó haya se han de sentar las vias indispensablemente en cojinetes, en el caso anterior se puede prescindir de ellos fijando barras á la americana por medio de clavos ó tuercas.

Los rails ultimamente ideados tienen la superficie del piñon horizontal, de modo que tiene una figura casi rectangular; esto, como se comprende fácilmente, da mayor fuerza á los puntos de apoyo. En un principio se les dió la forma convexa, despues se acható esta parte creyendo que aumentando el contacto del rail y la rueda disminuiria el roce y que tendria mayor duracion; pero se ha probado que las regularidades inevitables que resultan al pasar la rueda, que engrana con la via, hacen ilusoria esta precaucion. Se ha visto tambien que aun cuando tengan los rails una superficie plana, descansan las ruedas por lo regular en una de las aristas del piñon y le desgastan. Y por fin se ha experimentado que siendo cónicas las ruedas no pueden girar con regularidad en línea recta sobre una superficie plana en que resulte frotamiento y desgaste.

Las ruedas cónicas no están en contacto con las vias mas que por un punto, así es que el roce es insensible; la presion se extiende sobre esta pequeña distancia y nada impide la velocidad del convoy. Si,

por el contrario, la curvatura de las ruedas es menos sensible y descansa en mas puntos de la via, es mas fuerte el roce.

El método adoptado en el ferro-carril del Norte, en Francia, parece el mas conveniente : la curva de la rueda es de 0 m. 200, y la del piñon de 0 m. 029 de largo entre las dos extremidades del arco, la flecha de la curva es de 0 m. 0005.

Cuando descansa una rueda en un rail, en el punto de union de dos de estos, los remueve con violencia y es muy fácil de romperlos; pero la experiencia y el cálculo prueban que en todo punto donde descansa la rueda hay el mismo peligro, sin embargo, que la presion que causa la rotura es mayor y mas sensible en el punto medio de dos traviesas. De esto se deduce que es conveniente distribuir los puntos de apoyo de manera que presenten una resistencia mínima, y que la carga gravite por igual en todos los puntos de la via, por esta razon se ha dado á los rails fundidos la forma de *resistencia igual*, en que la curva inferior es propiamente una elipse (fig. 7.)

Para compensar estos inconvenientes se han dispuesto vias de hierro batido con curvas en la parte inferior, pero el excesivo costo y los repetidos ensayos han probado que no salvan aquellos y que no es conveniente su aplicacion por dispendiosa.

En las curvas la linea exterior tiene mas longitud

que la interior, y con los rails de curva la colocacion de las traviesas es inalterable, así pues no pue-

Fig. 7.

Fig. 7.

den guardar con aquellos la rigurosa colocacion expresada.

Resulta de este inconveniente que en algunos casos quedan los rails sin apoyo, ó que falseando este por la poca dureza del terreno queda la via insegura.

En cuanto al costo pocos esfuerzos tendremos que hacer para probar que resultan mucho mas caros, pues siendo mas difíciles de construir absorben mas tiempo, se emplea mayor cantidad de material y por consiguiente aumentan considerablemente su valor.

La distancia de los puntos de apoyo de la via suelen estar en relacion de la longitud de los rails, de los wagones y de las locomotoras : segun sean estos mayores aumenta tambien la distancia de los puntos de apoyo. Gravitando el peso de los convoyes en mas puntos á la vez, sufre menos la via.

Para que se pueda apreciar debidamente la opinion de ciertos ingenieros sobre el particular, expondremos los datos que arrojan varios caminos en explotacion, respecto de la colocacion de los puntos de apoyo.

Los primeros rails de los ferro-carriles de Saint-Étienne á Lyon y de Rouanne á Andrezieux, no tienen de peso mas que 13 kilógramos por metro : los del camino de hierro de Liverpool á Manchester 17 kilógramos : los cojinetes están sentados á 0 m. 90. Posteriormente se han reemplazado aquellos rails por otros que pesan 25 kilógramos por metro, y por

último con rails de 30 á 37 kilógramos y medio, sostenidos con dos intermedios, ó puntos de apoyo, de 1 m. 20.

En Bélgica han estado en gran boga los rails ondulados, de peso de 17 á 22 kilógramos; pero despues se les ha sustituido con rails de dos aristas paralelas de figura de T, de 25 á 27 kilógramos, y por último con rails de doble T, de 34 kilógramos.

Los rails de cojinete que se emplean hace algunos años pesan de 37 á 42 kilógramos por metro, siendo su longitud de seis metros.

Cada rail de cojinete, de la medida expresada, está sostenido en el camino de Mulhouse, por cinco traviesas intermedias colocadas de metro en metro de distancia, teniendo dos inmediatas en los puntos de union de los rails. Las traviesas de estos puntos son mas largas que las demas y están igualmente á un metro de distancia de los que les siguen.

Los rails de un solo piñon del camino de Mulhouse tienen 130 milímetros de altura, el piñon tiene 65 milímetros de ancho y el cuerpo 20 milímetros.

Respecto á los rails á la americana ó de patines, mas veces se les dá la altura de 130 á 140 milímetros, con espesor de 14 milímetros; otras 100 á 110 milímetros de altura, y espesor de 20 milímetros, como son los del camino de hierro de Baviera.

El camino de hierro modelo del sistema americano

es el del Norte de Francia, del cual se ha tomado modelo para construir el de Oeste en Suiza.

Los rails de esta via tienen 125 milímetros de altura, 17 milímetros de espesor y consta de 62 milímetros el ancho del piñon.

Los rails del camino del Norte pesan 37 kilógramos por metro; tienen seis metros de longitud y descansan sobre siete traviesas.

En Baviera se ha establecido que no excedan los rails de base ancha ó sistema americano de 0 m. 117 de altura, y de 0 m. 125 por los de cojinete.

En el camino del Palatinado, los rails americanos tienen 33 kilógramos por metro, y descansan sobre traviesas que distan solo 0 m. 900.

Aumentando las traviesas se podrian disminuir los puntos de apoyo, pero es probado en Francia é Inglaterra, que los datos expresados son los que han llenado debidamente las condiciones de estabilidad y seguridad de los caminos de hierro.

Modo de unir los extremos de los rails.

Los extremos de los rails están cortados generalmente en sentido perpendicular á su longitud, presentando un plano.

Prescindiendo por un momento de la forma que tengan los rails, se colocan estos en línea recta ó

curva segun lo requiere el trazado de la via, dejando entre los extremos de dos rails un espacio de 3 á 5 milímetros, con el objeto que se puedan dilatar obedeciendo á las leyes de los cuerpos metálicos bajo la influencia del calor.

Las uniones de los rails se han efectuado de varios modos además de la práctica generalizada que es la expuesta. Unas veces se han cortado en figura de pico de modo que podia descansar uno sobre otro sin presentar rebordes y otras en forma de grado de manera que entre las dos partes constituyan el rail sin sufrir alteracion alguna.

Estas secciones y otras que se han dado á los rails están desechadas al presente porque nunca resultaban perfectas las junturas, eran mas difíciles y costosos los rails, y se hacia mas sensible el choque de los extremos al pasar las ruedas por encima de ellos.

El ruido que producia el incesante paso de las ruedas sobre la via dispuesta por el sistema de engranage, era tal, que á no haber habido otras razones, como las referidas, para condenar su uso, se las habria condenado de la misma manera.

Modo de fijar los rails en los cojinetes.

Los rails se colocan entre los brazos del cojinete, y se sujetan por medio de cuñas de madera.

En un principio se empleaban cuñas de hierro, pero se han sustituido por las de madera, porque aquellas quebraban las mas de las veces los cojinetes de fundicion, y además aseguran mejor las cuñas ultimamente empleadas.

Por lo regular corresponde la cuña á la parte exterior de la via, con el objeto de que la presion del reborde y gravedad de las ruedas, que ejercen estos sobre los rails, particularmente en las curvas, sea trasmitido al brazo del cojinete por un cuerpo comprensible intermedio.

Colocados de este modo nada importa que las cuñas sean de distinta forma; teniendo esta disposicion se las puede cubrir con la capa del firme y tienen mas duracion.

Modo de fijar los cojinetes á las traviesas.

Los cojinetes se fijan por lo regular á las traviesas por medio de clavos de hierro; al efecto tienen aquellos dos ó tres agujeros en cada pié.

Para colocar los cojinetes en las traviesas, se procede á fijar uno, de los dos que lleva cada traviesa, en un extremo, valiéndose de la escuadra para que no se desvie la direccion de la boca del cojinete y puedan adaptarse á ella los rails de la via: colocado un cojinete se pone el otro sobre la traviesa, y adap-

tando al primero un aparato compuesto de una barra de hierro que tiene en sus dos extremos unos trozos de rails, que se llama *gálibo*.

Este aparato ó instrumento está dispuesto de modo que introducidos los trozos de rails en la boca de los cojinetes, establece en toda la longitud de la via idéntica distancia de rail á rail, es decir que la linea es paralela en todo su trayecto.

Presentados los cojinetes sobre la traviesa unidos entre si por el gálibo, se abren los agujeros que han de recibir los clavos, se rebaja el lomo de las traviesas hasta establecer un perfecto nivel entre los dos puntos en que descansan los cojinetes, sirviendo como linea de nivel la barra del gálibo, se introducen los clavos en los agujeros y se les clava hasta tanto que la cabeza pueda introducirse en la hembra y quede asegurado el cojinete. Asegurados definitavemente en la traviesa se levanta el gálibo.

Debe ponerse especial cuidado en nivelar las traviesas, pues si estas están mas altas de un lado que de otro, falta la regularidad en el movimiento, y el desnivel es causa muchas veces de graves siniestros.

Se cree generalmente que los clavos de hierro que se emplean para fijar los cojinetes á las traviesas no son muy convenientes porque oxidándose al contacto de las aguas, pierden su fuerza y dejan abandonados

los piés de los cojinetes, resultando que se levantan estos con suma facilidad por el movimiento de oscilacion que experimentan los rails al gravitar sobre ellos la locomotora ó un convoy.

Esta consideracion no es de todo punto inmotivada, pues se desprenden con facilidad los cojinetes de las traviesas si el agujero que recibe el clavo no es completamente abarcado por él y deja intersticios en alguno de sus lados.

Los clavos, se procura, para salvar el inconveniente expuesto, que sean completamente cilíndricos en la parte de la cabeza, y que terminen en punta afilada ó aplastada.

En algunos caminos de Francia y de Inglaterra se han empleado, en vez de los clavos de hierro, clavos de madera prensada y muy seca, teniendo presente las propiedades de la madera á aumentar de volúmen al contacto de la humedad. Efectivamente los agujeros de los cojinetes quedaban completamente cerrados.

Se han hecho uso tambien de los clavos de madera y de hierro al mismo tiempo, procediendo del modo siguiente en su colocacion.

Se introduce el clavo de madera en el agujero del cojinete, y en el centro de aquel se clava á golpe de martillo el clavo de hierro, como si fuese una cuña de seguridad.

En los caminos de hierro donde se emplean rails á la americana, se fijan á las traviesas, por medio de clavos de cabeza plana y forma cilíndrica, que sobresalen en parte á los brazos del cojinete.

En el camino de Aschaffenbourg á Bamberg, donde los rails son de doble piñon, los cojinetes están fijos á las traviesas por medio de clavos largos y estriados que llenan completamente el agujero del cojinete.

A pesar de todo el cuidado que se pone en la construccion de los rails y de los cojinetes, y de la conveniente preparacion de las traviesas para que resulte sólido un camino de hierro, las uniones de los rails son fáciles de alterarse, sobre todo á perder laverdadera línea horizontal, por el movimiento y choque de los wagones contra sus puntos, que son tan perjudiciales á la conservacion del material como á la comodidad de los pasageros.

Para evitar estos tropiezos, se ha procedido en varios caminos ingleses y alemanes, á colocar cuatro traviesas en cada rail, teniendo los extremos de estos unos 0 m. 30 ó 0 m. 40 libres de asiento fuera de las traviesas. Los extremos de los rails están unidos con dos láminas de hierro y cuatro tuercas que atravesando de parte á parte las piezas de hierro y los rails aseguran sus extremos é impiden que oscilen y choquen las ruedas en los rebordes salientes, que

siempre presentan las vias construidas sin esta modificacion moderna (fig. 8.)

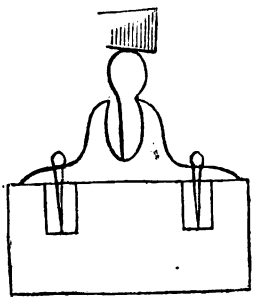


Fig. 8.

Además se ha dado á los cojinetes de union la forma (fig. 9), y se han suprimido las cuñas de madera.

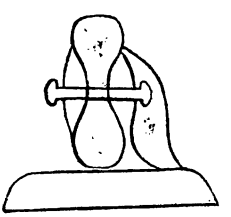


Fig. 9.

En Baviera se han puesto en uso, para la union

de los rails de base mayor, una plancha de hierro movible, asegurada por medio de dos tuercas.

Por fin MM. Grenier y Goschler, ingenieros, han dispuesto un cojinete con planchas laterales, todo de hierro, que ha dado muy buenos resultados.

Este cojinete tiene por objeto principal sentar los rails comunes de dos piñones, de manera que no queden en falso.

Está compuesto de dos piezas de hierro que descansen sobre las traviesas, asegurados á estas por medio de dos ó mas escarpias, teniendo un agujero que pasa al través del cuerpo del rail, y se unen estrechamente entre sí con una tuerca cilindrica que recibe por un extremo la hembra. La hembra se asegura por medio de una llave.

En los caminos á la americana se interpone una lámina de hierro forjado entre la traviesa y el cojinete, para que mantenga constante el nivel de la via, y sobre todo los puntos de union de los rails; de suprimirlos, como alguna vez se ha intentado, resultarian imperfecciones lamentables.

La diferencia de los dos sistemas de tablillos aplicados á los rails á la americana consiste en que la juntura por medio de las láminas ordinarias permite hacer uso de una platina independiente, en tanto que el cojinete de láminas las lleva consigo. Estos últimos ofrecen mas seguridad y están menos expues-

tos á experimentar alteraciones imprevistas; pero las reparaciones de los caminos de hierro son mas difíciles y costosos que con las tuercas ordinarias y las láminas sobrepuestas.

Respecto á economía, las láminas fijas son mas convenientes que las sobrepuestas, estando evaluada la diferencia en 800 ó 900 reales por kilómetro.

Los cojinetes de láminas son mas ventajosos para las vias de rails ordinarios, de piñon, que para los del sistema á la americana.

Se pueden aplicar no obstante á ambos.

Se ha experimentado en Alemania que los rails de piñon unidos por medio de láminas, al ser comprimidos en algun punto, tienden á arrancar la tuerca y por consiguiente que ocasionan la rotura de los paradores.

Para salvar este inconveniente se han dispuesto tuercas de hierro virgen, materias muy dispendiosas que no han llenado por completo el resultado apetecido.

Vias de madera y hierro.

Las vias primeras se componen de tablones ó maderos de la longitud mayor que se pueda echar mano, fijos en las traviesas comunes; y con el objeto de disminuir el desgastamiento y aumentar la dureza de la madera, se cubren con planchas de hierro ba-

tido. En los paises en que abunda mucho el hierro, se suprime la madera y se construyen las vias de hierro fundido ó de hierro batido, que son los mejores.

En América en que está muy barata la madera se ha construido hace poco tiempo un camino de hierro de madera, con una barra de hierro fija á aquella por medio de clavos ó tornillos introducidos en las traviesas. Pero ha sucedido que al gravitar el peso de los vehículos sobre los tablones, se rajaban y rompian á pesar de la barra de hierro que los protegia y de los tornillos que tenian enclavados. Este resultado les indujo á construirlos de hierro y con las reglas establecidas en el sistema que se conoce con el nombre de *á la americana.*

Los rails de este sistema se fijan en los maderos mencionados por medio de clavos de hierro ó tornillos.

En el camino de Filadelfía á Colombia, subsisten las vias de madera, pero se han reemplazado los estribos vegetales por piés de granito.

En los caminos construidos por este sistema conviene poner mas espesos los rails, y aun cuando la construccion parece de poca resistencia, no experimenta alteracion aun cuando gravite sobre sus vias un convoy considerable.

Rails Brunel.

M. Brunel ha sido el primero que ha introducido en Inglaterra los rails prismáticos, y los ha empleado en el camino de hierro de Londres á Bristol.

Este rail es, como hemos indicado, prismático, y tiene dos brazos en ángulo recto que es por donde descansa en las traviesas : la parte superior que es por donde pasan las ruedas es completamente plana y las junturas de los rails son menos sensibles al paso de los coches que en las vias ordinarias. Por lo regular están sentados los rails sobre maderos, enclavados con clavos ó tornillos de hierro : en un principio se les dió el peso de 22 kilógramos, despues de 27 y por último de 35 kilógrámos.

En la primera seccion del camino de Londres á Bristol, para dar, M. Brunel, mas solidez á la via, sentó los rails prismáticos sobre piés derechos; pero este sistema de construccion fué desechado en seguida, porque faltaba al camino cierta elasticidad indispensable; esta falta se hacia mas sensible, en los intervalos de los apoyos, al pasar una locomotora. En el dia el camino mencionado está construido con rails prismáticos, unidos entre si, basados sobre tablones y descansando en traviesas distantes unas de otras de tres ó cuatro metros.

Se han empleado los rails Brunel en Inglaterra, Alemania y en Holanda ; en Francia hay varios caminos de hierro de este sistema ; pero se ha usado indistintamente el rail á la americana ó Brunel, bien que se dá la preferencia á este.

Los rails se sujetan á los tablones por medio de escarpias ó de tornillos con su correspondiente tuerca.

Los últimos dan mayor solidez á la construccion, pero presentan muchas dificultades. Si la tuerca ó hembra del tornillo está en la parte inferior, es casi imposible el levantarlos, y si está en la superior se ha de dar al rail una elevacion considerable, con el objeto que los rebordes de las ruedas no toquen en ellos, y no se experimente un choque.

Cuando se emplean las escarpias clavadas en los brazos ó piés de los rails del sistema Brunel, como la anchura de los tablones no es excesiva á la base del rail, no adquieren gran resistencia y se rajan con facilidad. Las escarpias, como decimos, se clavan en el borde del rail y descansa su cabeza sobre el pié de aquellos.

Cualquiera que sea la colocacion de los rails sobre los tablones, es preciso poner en las junturas una lámina de hierro fundido ó batido, porque de no hacerlo la madera se parte al poco tiempo.

En el camino de hierro de Auteuil se han fijado los rails á los tablones por medio de piezas de fundicion

que corresponden exactamente á la forma del pié de aquellos, asegurándolos con clavos ó tornillos, que es lo generalmente empleado.

A primera vista parece mejor la construccion de asentar los rails sobre tablones que poner aquellos simplemente con traviesas : en efecto tiene mas regularidad en el movimiento y mas dulzura; presenta menos exposicion si por desgracia llega á romperse un rail al cruzar el convoy; con todo presenta muy graves inconvenientes que le han desterrado del uso.

Las junturas son mas imperfectas, los tablones están propensos á desprenderse, sobre todo en las curvas de pequeño radio; debiendo añadir á esto que son de dificilísima construccion; que no se puede emplear la madera sin pulimento ú de forma irregular como en las traviesas; que requieren cierta perfeccion, no pudiendo construirlas sino carpinteros, que no se hallan en todas partes, y que de haberlos reportan un gasto de consideracion.

El sistema de aplicacion de los maderos á los rails prismáticos es complicadísimo y defectuoso, pudiendo asegurar que la construccion de un brazo de via es tanto ó mas caro que toda otra sentada sobre traviesas.

Es de difícil aplicacion, el rail Brunel, en los desmontes y en las curvas de los terrenos incidentados.

Se ha ensayado en Alemania la construccion de

caminos de hierro, con rails del sistema Brunel asentados sobre traviesas, como las vias ordinarias; pero no ha dado buen resultado.

Rails empleados en los Estados Unidos.

Los ingenieros armericanos dispuestos siempre á hacer ensayos, han experimentado todos los sistemas excepto el de Barlow.

Los rails usados en un principio, en esta parte del mundo, tenian tres metros de longitud y peso de 15 kilógramos por metro, aproximadamente.

El cojinete tenia la forma de la figura 10, estando

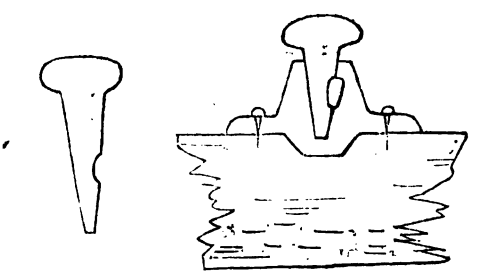


Fig. 10.

fijo el rail por medio de una cuña de hierro batido.

Los rails conocidos con el nombre de *á la americana,* les han reemplazado.

Los Americanos no ponen gran cuidado en las juntas; para remediar este inconveniente fabrican las barras férreas de modo que por un lado tienen una lengua saliente y por el otro una incision en la cual penetra aquella.

Este método ha sido experimentado en el camino de hierro del Norte, pero no ha satisfecho las esperanzas que se prometian de su aplicacion.

Los rails á la americana son empleados comunmente en América y en Alemania; del peso de 25 á 32 kilógramos: sus dimensiones en anchura y longitud varian segun los caminos.

La longitud de estos rails es de cinco á seis metros, fijados sobre las traviesas por medio de escarpias de hierro batido, apoyados en planchas de hierro de 0 m. 16 de superficie con 0 m. 15 de lado.

Diferentes clases de cojinetes.

Los cojinetes empleados en las vias ordinarias son de las formas indicadas. En general el pié sobre el que descansa el rail, es hueco, disminuyendo de este modo los puntos de contacto, con el objeto de que queden bien unidos. Generalmente el cojinete es hueco por la parte superior; antiguamente la parte interior del cojinete sobre la cual descansa el rail era paralela á la superficie que toca en las tra-

viesas. Dicho cojinete estaba empotrado en la traviesa dando cierta inclinacion á la muesca de manera que la parte superior del piñon tenga la misma inclinacion; esta pendiente corresponde á la de las ruedas, cónicas, usadas generalmente en los caminos de hierro. La circunferencia de la rueda no debe ser plana porque descansaria sobre toda la línea del rail, es pues conveniente darla alguna inclinacion para que corra solo por uno de los ángulos del piñon. Es muy difícil dar á la muesca una direccion acertada, porque ha de tener la inclinacion de 1/2, y para conseguirlo en parte se pone en ella una tablilla horizontal, obteniéndose de este modo la inclinacion necesaria. En los caminos de hierro del Este se ha empleado con buen éxito para salvar este inconveniente, un aparato muy ingenioso, inventado por M. Denis. En la mayor parte de los cojinetes empleados en estas vias los dos agujeros en que se introducen los tornillos ó los clavos para asegurarlos en las traviesas están abiertos perpendicularmente al centro de la via, de lo que resulta que enclavándose en las mismas fibras de las traviesas esta se halla expuesta á romperse.

En el camino de Londres á Douvres, en que las clavijas son de madera, se ha empleado, para salvar esta dificultad, un cojinete que tiene los agujeros en direccion diferente y en sentido inclinado. Esta disposicion se ha aplicado á varias construcciones mo-

dernas, asi en las que se usan clavos ó tornillos como en las que solo se emplean clavijas.

Algunas veces para aumentar la fuerza de los extremos se inclina hácia el centro de la via la parte interior de la base del cojinete, segun el movimiento de las ruedas ya sea adelante ó atrás, haciendo usar la parte interior se inclina hácia el otro lado, por lo que conviene estudiar en los caminos de hierro de doble via la colocacion de los rails, teniendo presente la direccion de los coches al ponerse en movimiento. En los caminos de una sola via, como el movimiento no ofrece regularidad es indiferente la colocacion de los cojinetes.

Para que puedan colocarse indistintamente en los caminos de doble via, debe haberlos de dos formas y construidos de modo que se pueda establecer una trabazon verdadera: lo esencial en los cojinetes es que los agujeros se correspondan paralelamente y que los clavos ó tornillos se introduzcan lo bastante para que no tropieze en ellos el reborde de las ruedas.

Preparacion de las maderas.

Experimentado, que aun en las mejores condiciones naturales, las traviesas de roble que se emplean en los caminos de hierro no duran mas que quince años, y que las de pino y haya duran menos tiempo,

se las ha tratado con diferentes substancias para aumentar su existencia.

En Inglaterra, en donde los rails están sentados sobre traviesas de pino, emplearon al principio de esta clase de construcciones, el sublimado corrosivo.

Este tratamiento se efectuaba introduciendo las traviesas en una disolucion de sublimado corrosivo, bastante concentrado; pero este procedimiento se ha abandonado por caro. Se ha sustituido con la creosota impura, que es aceite obtenido por la destilacion de la pez, que no contiene mas que 1 ó 2 por ciento de creosota; con el sulfato de cobre, con el sulfato de hierro el cloruro de zinc, y con la mezcla de sulfato de hierro y sulfuro de barita.

Estos reactivos se aplican á las traviesas por simple inmersion ó por succion en estado de ebulicion, como se explicará mas detenidamente.

El uso de la creosota ha dado muy buenos resultados, pero le aventaja el sulfato de cobre y la mezcla de sulfato de hierro y sulfuro de barita. Tocante al sulfato de hierro aislado, y en estando ácido, ataca la madera.

El cloruro de zinc es muy poco eficaz.

Todas las traviesas de haya, empleadas en Francia, en los caminos de hierro de Ruan al Havre, han estado sumergidas en un baño de sulfato de cobre.

El sulfato no penetra mas que en la albura ó parte fofa, pero si queda este bien impregnado tendrá du-

racion la traviesa, por cuanto la destruccion de esta es la causa de la poca duracion.

En el camino del Norte, se ha empleado igual procedimiento en una gran cantidad de traviesas: pero ha resultado que tenian menos resistencia que las naturales.

En el camino de Estrasburgo, una partida de traviesas de haya se la ha tratado por este procedimiento; pero en el dia se les aplica en ambos caminos sin someterlas á dicho tratamiento.

La inmersion de las traviesas en el sulfato de cobre no ha dado gran resultado porque aumenta considerablemente los gastos.

La creosota está muy cara en Francia, y por esto no ha sido generalizado su uso.

En el camino del Norte se ha preparado gran número de traviesas por el sistema Boucherie modificado, empleando el sulfato de cobre.

Este procedimiento se reduce á tomar una pieza de madera, generalmente cilíndrica, que tiene la longitud de dos traviesas por lo regular; se la pone en el suelo, y por el centro se corta con una sierra de modo que quede una porcion en la parte inferior sin aserrar; se introduce en esta abertura una cantidad de líquido y se extiende por la longitud de la pieza de madera.

Se introduce en la abertura una cuerda mas gruesa

por el centro que por les extremos, y encima del madero se coloca un tonel que contiene sulfato de cobre en disolucion, y por medio de un tubo de cauchú se conduce á la abertura ó incision del leño.

El líquido se extiende á lo largo de la madera y arroja la sávia por sus extremos, cuando está enteramente libre de esta, el sulfato de cobre la ha reemplazado.

Para que los leños se impregnen perfectamente conviene que estén verdes.

En los leños de haya se ha de quitar una parte interior que por lo regular está muerta y que no se impregna. La separacion del corazon, se efectua al aserrar los leños para traviesas, pues ya hemos dicho que no se impregna y por consiguiente no ocasiona desperdicio de reactivo.

En el camino de hierro de Estrasburgo, se ha empleado el sistema de Payne, introduciendo como reactivo el sulfuro de barita y el sulfato de hierro.

Este procedimiento consiste en colocar las traviesas en un cilindro de hierro fundido en donde se efectua la secrecion de la sávia : conseguido este se hace penetrar el sulfato de hierro en las cavidades de la traviesa, por medio de una bomba de presion.

Se forma, por doble descomposicion, sulfato de barita, que es lo que se opone á la descomposicion de la madera.

Las traviesas preparadas por este sistema no han durado mas que dos años, pero esto se atribuye á que no estuvieron bastante bien preparadas.

Si la mezcla de sulfuro de barita y sulfato de hierro no está acertadamente combinada, resultará que el exceso de sulfato de hierro destruirá la traviesa con mas prontitud. En Inglaterra ha dado muy buenos resultados esta preparacion.

No nos atrevemos á recomendar este método.

Los ingenieros del camino del Norte de Francia, consideran el procedimiento de M. Boucherie, de tal eficacia que así consideran conveniente pagar al mismo precio las traviesas de haya preparadas como las de roble, preparadas tambien.

M. Molinos aconseja el procedimiento inventado por M. Bethel, que consiste en injectar las maderas con sulfato de cobre ú otro antiséptico, en el cilindro empleado ordinariamente al efecto : en disecarlos instantáneamente en estufas, de manera que no quede en el leño mas que la sal cristalizada ó combinada con la albumina, y en sumergirlas en una caldera que contenga brea en estado de ebullicion. Este baño se les ha de dar al sacar las traviesas de la estufa.

Este método neutraliza las causas de la destruccion de las maderas, y ofrece grandes probabilidades de buen éxito.

En efecto la presencia del sulfato de cobre hace la albura inalterable : la ausencia del agua impide la fermentacion, y por último la capa impermeable de alquitran rechaza la absorcion del agua y la priva del contacto del aire.

La preparacion de las traviesas por este método, es económica, no excede de 40 rs. por metro cúbico.

En los caminos de las márgenes del Rhin, no preparan las traviesas de haya, pero las despojan del corazon.

Dicen que poniéndolas simplemente sobre arena, y dejando la parte superior descubierta, se aumenta la duracion. Esta consideracion tan trivial es aceptada en parte por algunos ingenieros franceses que sostienen que las traviesas no han de estar completamente cubiertas por la capa que constituye el firme de los caminos de hierro; y que asi lo practican en los que toman parte ó dirigen.

La instruccion de los caminos bávaros, recomienda levantar la albura de las traviesas de haya, hasta que descansen los cojinetes en la parte leñosa.

Cuando se emplean los rails á la americana se fijan tambien en la parte leñosa para que tenga mas resistencia la construccion.

Cuando se construyen los caminos de hierro empleando traviesas y cojinetes no esta de mas una capa de espesor de 0 m. 09 de fuerte sobre las traviesas;

pero cuando faltan aquellos es de todo punto inútil y hasta perjudicial, por las razones expuestas.

En los caminos de rails de base ancha ó á la americana, se considera tambien inútil la capa de fuerte, cuando las traviesas son de roble, porque contrayéndose la madera sujeta fuertemente los clavos: mas cuando la madera es verde, aconseja la experiencia dejar las traviesas sin cubrir, á lo menos hasta que se hayan secado por completo.

La preparacion de las traviesas aconsejada por M. Boucherie, y ejecutada en el camino del Norte, ha dado tan buen resultado que, dicen los ingenieros, se conservan tan bien como en el momento de tenderlas sobre la explanacion; sin embargo que sus procedimientos no se ejecutaron con la debida exactitud que da la práctica. La bondad de este sistema le han comprobado las mismas traviesas, pues una porcion que fueron mal preparadas, se han deteriorado, en tanto que las reconocidas por buenas subsisten como el dia que se prepararon.

Es conveniente tener gran cuidado en la operacion, que de no efectuarse bien, se pierde un cuantioso capital, y es necesaria la recomposicion de la via.

Las mejores maderas para someterlas á este tratamiento son: el haya, el pino, etc., y en general todos los leños que tienen corazon ó centro fofo.

Cuando dichos leños se someten á la preparacion

que nos ocupa, sin extraer la parte fofa, solo la albura recibe el reactivo.

La compañía del Norte ha empleado cuatro cientas ó quinientas mil traviesas preparadas por el sistema de Boucherie. El estado de estas traviesas despues de diez años de enterrados, es tal que no se pueden encontrar por líneas la descomposicion que han experimentado ; la prueba ha dado resultados admirables y beneficiosos á la empresa.

Las traviesas de media caña, de roble, no pueden adquirir mas duracion que por cinco años ; no las consideran los ingenieros de grande estima. Creen y aseguran, con la experiencia de muchos casos, que un tronco de roble, por ejemplo, bien preparado y asentado convenientemente puede durar un tiempo indefinido.

Este aserto lo comprueba la autorizada opinion de M. Couche, director del camino del Norte, mencionado, diciendo que levantó la mayor parte de las traviesas de media caña y que resultaron averiadas ó podridas las que contaban mas de cinco años de servicio; que las enteras y preparadas, estaban á los diez y once años sin la menor alteracion.

Por último, la compañía del Este, que empleó hace cuatro años, cincuenta mil traviesas preparadas por el sistema de Boucherie para la reconstruccion del camino de hierro de Bâle, ha adquirido posterior-

mente sesenta mil para establecer la doble via del camino de Mulhouse, y la compañía del Mediodia, compró tambien setenta mil traviesas de pino preparadas por el mismo sistema.

De las consideraciones expuestas resulta que no son ineficaces los reactivos recomendados para la preparacion de las maderas, que deben efectuarse con mucho cuidado, y que entre todos los sistemas conocidos hasta el dia el que mas resultados ha dado es el de M. Boucherie; pudiendo asegurar, que su procedimiento ha ahorrado cuantiosas cantidades á las empresas, y que ha salvado la destruccion de los bosques, porque la codicia del lucro impulsaba á hacer cortas extemporáneas.

Duracion de los rails.

Los datos que tenemos de la duracion de los rails son los siguientes:

En el camino de hierro del North-Western Railway, que es el mas importante de los caminos ingleses, consta de 500 millas inglesas, el capitan Kuish, comisionado por la administracion para reconocer la via, y en particular el estado de los raïls, ha hallado, que siendo el movimiento, entre Liverpool y Manchester, de noventa convoyes diarios, y además los que van de Liverpool y Manchester á Birmingham, que son en número de treinta y ocho, y cuarenta y

ocho de la seccion de Londres á Birmingham, siendo término medio cincuenta trenes diarios, no duran los rails mas que unos veinte años, ó, lo que es lo mismo, resisten veinte años la circulacion de diez y ocho mil dos cientos cincuenta convoyes por año.

M. Balpaire, ingeniero belga, ha descubierto con sus indagaciones sobre los caminos de hierro belgas, que los rails con un movimiento anual de tres mil trenes por año, duran ciento y siete años, suponiendo la duracion proporcional al movimiento veinte años solamente con un movimiento anual de diez y ocho mil trenes.

Esta coincidencia es digna de tomarse en cuenta pues si bien los rails belgas no pesan mas que 25 kilógramos por metro y los ingleses 30 ó 40; de otra parte, el peso del material belga y la velocidad con que marchan, son sensiblemente inferiores al peso y velocidad del material inglés.

Estos datos serán seguramente inaplicables á los rails actuales, porque hemos de suponer que, sirviendo constantemente y con exceso por las máquinas que están en uso en el dia, duran menos tiempo.

Debe estudiarse el medio de hacer mas duraderos los rails, y esto se consigue en parte aumentando la longitud de las vias, perfeccionando la construccion de los rails y empleándolos de acero en los puntos de mas tráfico ó movimiento.

Uno de los medios de conservar los rails es procurar que al fijarlos á la via, ora sea simplemente sobre las traviesas con tornillos ó clavos, ora en cojinetes de hierro fundido, queden descansando en linea recta y que no haya mas elevacion en una traviesa ó cojinete que en otra, para que siendo esto bastante para quebrar el rail, si se libra de esto, la desigualdad que presente sufrirá mas que los puntos desnivelados.

Del material que se debe reservar para la recomposicion de los caminos de hierro,

Si queremos hallar aproximadamente la cantidad y material que las compañías de caminos de hierro deben reservar para la recomposicion de estos, los datos que vamos asentar nos podrán dar el cálculo.

Los rails que se emplearon en el camino de hierro del Norte, en su construccion pesaban 30 kilógramos; cada rail tenia 4 m. 50 de longitud y descansaban en cinco puntos de apoyo, la separacion de estos en los extremos era de 1 metro y los de los puntos intermedios de 1 m. 25.

Poco tiempo despues de haberse abierto al público, se añadió una traviesa mas á cada rail, resultando que la separacion de los puntos quedó reducida á 0 m. 75 y la de los intermedios á un metro.

El peso de las locomotoras aumentando en una

proporcion de 16, 20 ó 30 toneladas ocasionó el cambio de los rails de 30 kilógramos por otros de 37 kilógramos; estos que tenian seis metros de longitud fueron asentados sobre siete traviesas; la separacion de las traviesas extremas era de 0 m. 60, y la de las intermedias de 0 m. 90 : las junturas se aseguraron por medio de planchas.

En el dia emplean ordinariamente rails de doble piñon, del sistema de Vignolles, que ya conocemos.

La sustitucion de los rails pesados á los ligeros, tuvo efecto en 1855, diez años despues de haberse abierto la línea.

Una partida, evaluada en un 20 por 100 del total, estaba en estado normal para servir y fué vendida á las fraguas : 24 por 100 de rails mas ó menos averiados se pusieron á la disposicion de los capataces para los trabajos de explanacion : 36 por 100 de rails que tenian alterado uno de los bordes, se conservaron considerándolos aptos todavía para servir; 20 por 100 de rails estaban en estado perfecto y podian servir para construir caminos de hierro de nueva planta haciéndolos de forma moderna.

Suponiendo que los rails nuevos cuestan 280 francos la tonelada se estimaron en los de segunda clase en 250 fr., los de tercera en 240, los de cuarta en 220 fr., y los de quinta en 200 fr.

En el camino de Ruan, sin embargo que de algu-

nos años á esta parte no ha aumentado el peso de las locomotoras se ha creido conveniente renovar los rails ligeros por otros mas pesados, y al efecto levantaron les rails de doble piñon del peso de 35 kilógramos y les sustituyeron otros de 37 1/2 kilógramos tambien de doble piñon, estando sujetos por medio de cojinetes del sistema Grenier y Goschler.

Los rails antiguos tenian 4 m. 80 de longitud y descansaban sobre cinco traviesas, la separacion de los extremos era de 1 m. 05 y la de las intermedias de 1 m. 35. Los rails nuevos ó modernos tienen seis metros de longitud, y descansan sobre siete traviesas: los dos extremos tienen 0 m. 75 de separacion, y las intermedias 0 m. 90.

La mayor parte de rails del camino de Ruan, que se tendieron al construirle, están en tal estado de conservacion que los dos tercios aproximadamente se han empleado en la construccion de los ramales de la via ferrea del Oeste, en que el movimiento es insignificante, pudiendo servir el otro tercio para las vias férreas provisionales de explanacion, etc.

Los rails del camino de hierro de Bâle á Estrasburgo, pesan 25 kilógramos por metro, descansando sobre apoyos distantes entre si 0 m. 90, y están, despues de quince años de servicio, la mayor parte en buen estado.

La compañía del Este ha cambiado los rails por

secciones, de manera que ha empleado tres años haciendo de este modo menos sensible el desembolso. Ha reservado una cantidad para las vias de explotacion y desmonte, y ha vendido la mayor parte á los fabricantes, que le han dado en cambio rails del sistema de Vignolles á razon de 100 francos la tonelada, incluyendo el porte en esta cantidad.

Durante algun tiempo no han cruzado por la via de Bâle mas que locomotoras de peso regular y graduado con la resistencia; pero á los tres ó cuatro años se han empleado máquinas mas pesadas, cuyo uso ha destruido visiblemente los rails.

El movimiento de esta linea no ha sido considerable, los trenes no han llevado grande trasporte y no se ha explotado el servicio de noche.

Como sean los rails de las grandes lineas francesas modernas, mas resistentes que los del camino de Bâle y mas que los antiguos rails del camino del Norte, que tienen máquinas mas pesadas y mas veloz la circulacion, nos induce á creer que su duracion no será mucho mayor que la que han tenido los rails de la via que nos ocupa, que ha sido de quince años; cifra que sentamos para calcular el capital que debe reservarse cada año para atender á la recomposicion y cambio del material de los caminos de hierro en explotacion constante.

Durante quince años los rails habrán perdido apro-

ximadamente 100 francos por tonelada, de su valor, pues los fabricantes los cambian con rails nuevos por este precio, siendo de su cuenta el trasporte.

En cuanto á las traviesas; su duracion depende de la naturaleza de la madera empleada y de la preparacion que se le dá.

Ya hemos expuesto en qué consiste la preparacion del haya por el sistema de Boucherie, y que no ha dado resultados completamente satisfactorios; que la preparacion no ejerce una grande influencia en las traviesas de roble; que las medias cañas no tienen de duracion mas que cinco ó seis años; pero que los troncos sin partir de buena calidad pueden durar por término medio de doce á quince años.

Las traviesas del camino de hierro de Bâle de segunda calidad, que tenian mas de quince años de servicio estaban completamente podridas, algunas estaban en buen estado y se han empleado en las vias provisionales de explanacion.

Las traviesas del camino de Estrasburgo, de primera calidad, y de volúmen considerable, tendrán indudablemente mayor duracion.

Creemos prudente, para el cálculo de recomposicion, fijar la duracion de las traviesas haste quince años, término mayor y que pasados estos pierde su valor.

La duracion de los cojinetes se puede considerar

como indefinida; pero creemos que al cambiar los rails, adoptando nueva forma, será de rigor cambiar tambien los cojinetes. Esta alteracion no es muy dispendiosa pues los fabricantes cambian los cojinetes por 50 francos por tonelada.

Los tornillos y clavos que se deterioran con mas facilidad que los cojinetes los cambian á razon de 300 francos por tonelada.

Partiendo, pues, de estas bases, y aplicando para el cálculo de la recomposicion las fórmulas conocidas, aumentando los intereses, etc., de cada año, hallaremos que teniendo dos vias el camino, nos dará la cantidad de 1500 francos por kilómetro.

Si se aumenta el peso de los rails, es preciso no olvidarlo y añadir 280 à 300 francos por tonelada.

Como nada hemos contado para la recomposicion del camino, cambia de planos de desvio, wagones, etc.; debemos considerar este material como material en activo servicio y aumentar la cifra de reserva y recomposicion, teniendo sin embargo en cuenta el repuesto pasivo y el que haya en circulacion.

Los rails y las traviesas no subsisten todos sin averiarse; cada año se reemplazan un cierto número; y así las curvas pequeñas y los rails de cambio de via se han de renovar continuamente, y no llegan de mucho á contar quince años : las traviesas de segunda calidad, por ejemplo, se pudren con suma

facilidad y no llegan á los quince años de servicio.

Aunque estas consideraciones son irrecusables, debemos admitir las cifras anteriores para establecer el cálculo aproximado de la duracion del material, y en la vista de este dato consignar la cantidad que deben reservar las empresas para atender sin gran sacrificio á la recomposicion de los caminos de hierro de su propiedad.

La naturaleza del material empleado en la construccion de vias férreas, podrá alterar los términos sentados; pero para establecer el cálculo son necesarios datos mas ó menos exactos y el fijar la duracion á quince años, el máximo, es un dato prudente y casi irrecusable.

Cuando pecase de excesivo, seria una advertencia á las empresas para que no confiando ciegamente en la solidez de su camino, le vayan reparando paulatinamente y reserven una cantidad anual para atender á los desperfectos naturales y á los siniestros imprevistos, y nunca se les pueda acusar de imprevisores.

Nuevos sistemas de caminos de hierro.

Como la eficacia de la preparacion de las maderas no ha dado un resultado enteramente satisfactorio,

se han propuesto diferentes sistemas de construccion para desechar el uso de aquellas, y son los siguientes.

Cojinetes platos.

En el camino de Versalles y en el de Chartres, se ha puesto en uso el cojinete plato, que es el cojinete ordinario con la adicion en la parte inferior de un disco de hierro fundido, formado de una sola pieza y unido al cojinete propiamente dicho por medio de tres triángulos de hierro que sostienen la parte superior y mantienen el nivel. En estos caminos se han suprimido las traviesas.

El peso de dos cojinetes platos es aproximadamente el de una traviesa ordinaria con sus acesorios, y resulta que á mas de la ligereza presenta menos volúmen; pero esto no compensa la seguridad é inamovilidad de las traviesas, porque los cojinetes del sistema que nos ocupa, presentando poca base se inclinan á uno ú otro lado con facilidad, y pierde por consiguiente el nivel tan esencial en los caminos de hierro.

De esta poca estabilidad proviene un exceso de elasticidad ó flexibilidad que se comunica al resto de la via y afecta sensiblemente á los platos, ocasionando la rotura de los intermedios.

Los trenes tienen un movimiento vertical de ondulacion que aumenta la accion destructiva que ejerce

la sola circulacion por la via; y por la poca profundidad que tienen los cojinetes platos en el firme del camino, penetran los cantos debajo de aquellos y contribuyen al desnivel.

Otro de los grandes inconvenientes que presentan los cojinetes de este sistema es que siguen insensiblemente el movimiento desigual de traslacion é inclina las junturas de los rails en ángulo mas ó menos obtuso, perjudicando por consiguiente el movimiento de los coches.

Otro de los defectos de los cojinetes platos consiste en la tendencia natural de los rails á cambiar de posicion y á tomar una inclinacion trasversal diferente de la que se le dió al construir el camino, y que la gravedad de los coches parece le debia hacer conservar.

Este desnivel va en aumento y resulta que la via sufre considerablemente; que las llantas de las ruedas frotando en particular en el borde exterior del piñon del rail, se desgasta en poco tiempo ó por lo menos con mas facilidad que en circunstancias ordinarias.

Una de las causas porque acontece esto está en la presion que ejercen las varillas sobre el fuerte del camino, porque la base de los platos se empotra en él. Los rails se encurvan, y como el punto de union está en el juego del cojinete, le comunican un mo-

vimiento de báscula, y así le hacen subir como descender.

Los platos, no teniendo mas base que la que se les ha dado hasta el dia, se inclinan con mas facilidad que los cojinetes sentados sobre traviesas; y la rotura de un cojinete plato es de mas trascendencia que la de un cojinete ordinario, porque si se efectua aquella quedan sus partes adheridas á la traviesa por medio de los clavos ó tornillos y dá tiempo á la recomposicion.

Los cojinetes platos necesitan además, que el firme sobre el cual se sientan sea menudo y regular, lo que es difícil en ciertos casos.

Algunos ingenieros han procurado salvar dichos inconvenientes aumentando el peso del cojinete plato, y reemplazando las partes planas por curvas.

Este sistema á mas de ser muy costoso no ha dado el resultado que esperaba su autor.

En Inglaterra se han probado cojinetes platos de mucho mayor peso, que los dichos, y de mayor rigidez; pero tampoco se ha conseguido salvar los inconvenientes mencionados.

Cojinetes de campaña.

En el camino de Alejandria al Cairo se han adoptado los cojinetes de campana, que consisten en un

espacio cerrado por aquello y una plancha resistente de hierro fundido, como el resto de la pieza.

La figura 11 nos dará una idea clara de su construccion.

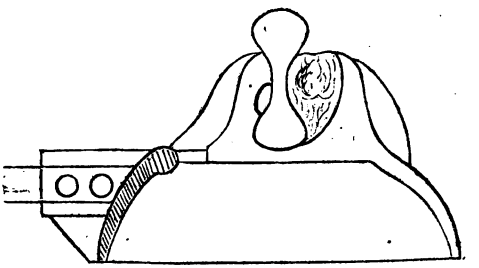


Fig. 11.

En Bélgica se han ensayado varios sistemas de traviesas de planos, tanto para los rails enteros como para aprovechar los trozos.

Las continuas roturas de estos aparatos han hecho su costo muy crecido, y por consiguiente se han desechado. Para subsanar este resultado se han empleado traviesas de hierro, de diferentes gruesos y formas, y se ha observado que los cojinetes asentados sobre estas traviesas estaban tambien muy expuestos á quebrarse.

Varios ingenieros ingleses han propuesto recientemente un sistema de cojinetes traviesas. Al efecto

se introducen los rails entre dos piezas de madera abiertas de modo que puedan recibir el rail hasta cerca del piñon. Estas piezas de madera están colocadas en una especie de canalon de hierro fundido de un metro de longitud, provistas de unos brazos que tienen de largo 0 m. 40 aproximadamente.

Los sustentáculos de las dos líneas de rails están unidos por medio de una barra de hierro sujeta á los brazos del cojinete.

Para cada rail de 4 m. 50, se cuentan tres cojinetes: las junturas ó uniones se refuerzan con planchas de hierro. La figura 12 representa el cojinete descrito.

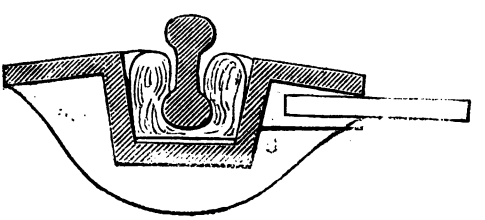


Fig. 12.

Hay una modificacion de este sistema, por Hoby que se diferencia del anterior en que el rail está sentado directamente por medio de tres pares de cojinetes, y en que la barra de union está colocada

de canto y enclavada en una muesca afianzada con una clavija ó un tornillo.

Esta disposicion tiene la ventaja que asegura el constante equilibrio de los rails.

Los rails inventados por Barlow, carecen de traviesas y están unidas entre sí las vias con una barra.

Se desestiman los rails de Barlow:

1.º Por ser menos elásticos que los ordinarios, pues descansan sobre el firme, mientrás que los últimos entre los puntos de apoyo estan suspendidos, digamoslo asi, y que descansan sobre traviesas elásticas.

2.º De no poderse emplear indiferentemente las piedras machacadas, sino que han de ser de tamaño determinado.

3.º Que se alteran por efecto de la inseguridad de la via, y que se separan las junturas por la movilidad de los componentes.

4.º Que son de mas difícil fabricacion que los rails ordinarios, sobre todo siendo el hierro duro, como debe emplearse para que resistan al continuo roce.

5.º Que se aplastan, alterando el nivel con facilidad.

6.º Que no se prestan á la dilatacion y por consiguiente son propensos á encorvarse durante el calor.

7.º Que no pueden utilizarse en los trabajos de desmonte, como los ordinarios.

Los partidarios de este nuevo sistema de rails, bastante generalizado ya en Inglaterra, contestan :

1.º Que la misma forma del rail Barlow le dá la elasticidad necesaria, pues se ha observado en Inglaterra que en una via Barlow los trenes producen un ruido sordo que no incomoda y que prueba la elasticidad del rail.

2.º Que el número de junturas en una via ordinaria es mayor que en el rail Barlow.

3.º Que se ha experimentado que los rails Barlow no se desgastan con tanta facilidad.

4.º Que el hundimiento del rail Barlow en el balasto impide que se caliente y dilate, que M. Barlow unió los rails en un principio cada 90 metros con clavijas que atravesaban agujeros de forma ovalada, pero que cuando la dilatacion en esta distancia no era mas que de 3 á 4 milímetros suprimia las clavijas reemplazándolas con tornillos.

5.º Que M. Bunel afirma despues de dos años de experimentos, que el rail Barlow no se deteriora tan pronto como los rails ordinarios.

M. Barlow ha sutroducido algunas modificaciones en su sistema, sustituyendo las barras de separacion de cantoneras con pequeñas traviesas de madera, en número de 3 por rail de 5 á 6 metros de largo. Tambien renuncia á una de las principales ventajas de

su sistema, la de excluir completamente la madera de la composicion de la via.

La compañia del Mediodia que ha empleado el rail Barlow en grande escala, parece haberle abandonado hace algun tiempo, y sus ingenieros declararon haber renunciado á él unicamente por la dificultad que se encontraba en reunirle bien. Sostenian entónces y sostienen aun que los cargos que le dirigian, excepto el que se dirigia á la calidad del metal, no eran de ningun modo fundado. Comenzaron nuevos ensayos con rails fabricados en Inglaterra y de una calidad superior á la de los rails franceses. Parece por lo tanto que á sus ojos la calidad del hierro era el único defecto del rail Barlow como le habian empleado hasta entónces. No es de extrañar pues que en la misma Inglaterra, donde este rail habia encontrado en su orígen un gran número de partidarios, se haya despues abandonado completamente.

Una de las objeciones mas fundadas hechas á su uso, objecion á que nos parece difícil responder, es que para formar el molde de balasto que debe llenar el rail Barlow, se necesita un balasto de una calidad particular que no siempre se encuentra : la piedra machacada por ejemplo no podria emplearse con el rail Barlow, y sin embargo es en un gran número de localidades, la única clase de balasto que puede obtenerse á un precio moderado. Creemos tambien

que se hallarán las mismas dificultades para doblar el rail Barlow destinado al asiento de las curvas de radios pequeños que las que se han encontrado para encorvar el rail Brunel y que en el terreno de terraplen para el asiento de las vias de esta clase será de un uso muy inferior al rail de camas.

Sistema Pouillet.

Entre los nuevos sistemas de construccion de la via, hay que distinguir el rail Pouillet que se ha adoptado casi exclusivamente para la construccion del camino de vuelta. En este sistema las traviesas son de madera fuerte cuadrada. Tienen todas las mismas dimensiones : su espesor es de 0 m. 06, su longitud de 2 m. 10, y su anchura de 0 m. 16 á 0 m. 20. Están cubiertas de un barniz llamado barniz-railway, que aumenta su duracion.

Estas traviesas descansan por sus extremos en dos tablas de madera cuadradas, llamadas tablas de presion de 0 m. 05 de espesor, y de 0 m. 60 de anchura, compuestas generalmente de dos piezas sobrepuestas y unidas con clavijas á las traviesas (fig. 13.)

Los cojinetes son de una forma particular que permite dar á los calces y á la colocacion grande perfeccion; están fijas á las traviesas por medio de las clavijas que las unen á las tablas de presion.

Las vias que se obtienen con este nuevo sistema de construccion presentan mas regularidad y precision que las construidas por el sistema ordinario. El camino no hace experimentar grandes sacudimientos, y la traccion, perfectamente regular, vence la resistencia dirigida hácia cada uno de los puntos del tren.

El sistema Pouillet ha sido empleado en los caminos del Oeste, del Este, del Centro y del Norte.

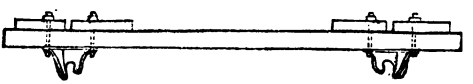


Fig. 13.

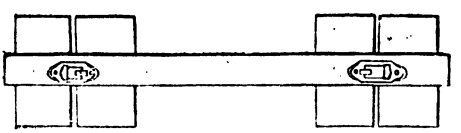


Fig. 13.

Hemos obtenido de los ingenieros de estos diferentes caminos un estado que se reasume de la manera siguiente :

En el camino del Oeste no se ha hecho experimentos mas que sobre dos kilómetros y medio de longitud; pero en estos dos kilómetros y medio el suelo era de naturaleza variada, y la via Pouillet está unida á una via del sistema ordinario. Se ha llevado una cuenta exacta de los gastos de conservacion desde

1850, época en que se ha colocado esta parte del camino. Hé aquí los gastos.

	Sistema Pouillet.	Sistema comun.
1850.	696 fr. 25 c.	2.031 fr. 25 c.
1851.	721 . 25	1.138 »
1852.	113 »	611 25
1853.	457 75	414 75
1854.	282 »	833 75
1855.	680 50	609 30
1856.	581 30	671 »
1857.	234 »	422 »
Total.	3.766 fr. 05 c.	6.731 fr. 30 c.

La suma relativa á los gastos de conservacion de estos dos sistemas es muy interesante; mas es necesario observar que los experimentos no se hicieron en grande escala: debiéndose indicar tambien que la via comun está colocada entre traviesas cúbicas de 0 m. 080 solamente. La conservacion ha sido mas barata en las traviesas cúbicas de 0 m. 110 como la del camino de Estrasburgo.

El ingeniero del Oeste aprobó el sistema Pouillet, mas negó que seria conveniente aumentar un poco el espesor de las tablas de presion y recomendó la supresion de la madera que se corta primero, pues es muy quebradiza.

El ingeniero director manifestó que se hallaba muy satisfecho con la via Pouillet, en la que los gas-

tos de conservacion son menores que en la via comun, y que si no la habia empleado en grande era por el temor de que tablas de poco volúmen, á pesar de su superior calidad, durasen poco tiempo y por otras circunstancias agenas á su voluntad.

En el camino del Este no se han hecho los experimentos en circunstancias á propósito para que de ellos podamos sacar consecuencias útiles

El director del camino del Centro manifestó que el uso de las traviesas ó tablas de presion de M. Pouillet, dió gran estabilidad á aquella via, lo que no se hubiera obtenido tan pronto con las traviesas del sistema ordinario; pero al mismo tiempo no participa de la opinion emitida por el inventor de este sistema de que se puede reducir con su aplicacion el género de la cama de balasto. Para los bastidores de cambios y cruzamiento de la via prefiere las traviesas de sistema comun.

Las traviesas Pouillet le parece han resistido peor en las curvas de pequeño radio, á la presion lateral que estas últimas, pero modificando ligeramente su sistema, M. Pouillet ha hecho la via tan sólida como se podia desear.

La compañía del Norte se ha manifestado durante mucho tiempo tan satisfecha del sistema Pouillet que ha empleado de 1853 á1855,136,000 traviesas y tablas de presion, pero hoy no tiene la misma predileccion

por este sistema de via. Los ingenieros pretenden que no solo no hay economía en los gastos de construccion, sino además que no está demostrado que los gastos de conservacion son menores que en el sistema ordinario.

Temen tambien que las traviesas y planchas de este sistema se pudran rapidamente, aunque la madera no tiene albura, pero á causa de su poco espesor y de la especie de ensambladura que ofrece la reunion de las planchas y las traviesas : tambien se ha creido que es difícil de remediar el deterioro en el sitio que ocupan los cojinetes sobre la traviesa, como sucede en el sistema actual, cuando han pasado un gran número de convoyes por cualquiera de estos puntos. Está probado sin embargo que las vias Pouillet. colocadas en el camino del Norte hace mas de siete años, no han sufrido deterioro notable.

Pero es preciso saber si su duracion será de doce ó quince años como lo es la de las traviesas comunes de buena calidad, ó si en viniendo á pudrirse no estarán tan expuestas como estas últimas á romperse.

Se ha objetado por último al sistema Pouillet que en este caso de descarrillamientos las traviesas se hallan mas expuestas á romperse que las traviesas comunes, y que la via Pouillet de consiguiente, es mucho mas peligrosa.

Difícil es deducir de lo que precede consecuencias

favorables ó adversas al sistema Pouillet. Creemos que es conveniente continuar los experimentos y que no se podrá fallar definitivamente hasta dentro de algunos años.

Sistema Barberot.

Terminaremos esta descripcion por el análisis de la invencion de M. Barberot. En este sistema no existen los cojinetes. El rail descansa directamente sin intermedio sobre la traviesa en una muesca de 1 á 2 centímetros de profundidad practicada segun la moldura de la cama, y está sostenida en cada lado por dos calas ó cuñas de madera de punto (ó superior) (de encina ó acacia) de 0 m. 15 de longitud, por 0 m. 10 de cuadra 0 m. 12 por las junturas.

Estas calas están cortadas segun la forma del rail por el lado en que se abovedan hácia él y se apoyan por el otro en la muesca mediante un ángulo obtuso que permite ajustarlas y separarlas sin dificultad. Esta muesca tiene algunos milímetros menos de longitud que la cala ó cuña, y por este motivo se ajusta con la mayor precision. Hay necesidad de un pequeño intérvalo entre la cala y la traviesa en la parte que toca al rail para que permita aumentar las junturas cuanto se quiera. Para impedir las junturas longitu-

dinales que puedan ocurrir á consecuencia de la presion, ó por efecto de la dilatacion que conservan toda la fuerza cuando se manifestasen todas estas hendiduras, se sujeta la cuña con un freno de hierro cuyos rebordes sostienen los lados; un tornillo de madera en que las dimensiones y los filamentos están especialmente estudiados para este objeto, penetra hasta el corazon de la traviesa. La cala exterior es mas gorda que la interior, y puede elevarse hasta la cara del rail; la cala interior está algo mas baja aún de que no esté en contacto con el borde de las ruedas.

Las principales ventajas que M. Barberot atribuye á su sistema se reasumen de la manera siguiente: la via es mas suave que las ordinarias; es menos costosa y mas fácil de conservar; los tornillos no están expuestos á recortarse y desprenderse como las clavijas; para renovarlos no hay necesidad mas que de colocar la cuña en su sitio y sujetarla segun se quiera sobre el rail. Los rails en el sistema comun se colocan á lo largo de los extremos segun la direccion del movimiento de los trenes. En el sistema Barberot, por el contrario, cuanto mayor sea el peso que contengan los rails mas sujetos quedarán entre las dos calas que obran sobre ellos como dos cuñas. La duracion de las calas no puede compararse con la de las cuñas, hallándose estas colocadas en condi-

ciones menos favorables, pues su volúmen disminuye por los golpes del martillo que es necesario emplear continuamente para conservarlas en su puesto, y las maderas que las componen sajándose á los golpes de martillo se hallan al poco tiempo en muy mal estado, lo que no sucede con las calas.

Los rails por último, descansando, en el sistema Barberot, sobre toda la longitud de la traviesa tienen un asiento mayor, y la extension intermedia del rail, por las separaciones iguales de las traviesas, es menos larga. Resulta de aquí que la flexion que se opera en cada intérvalo al paso de los trenes, es menos sensible, lo que permite dar para una flexion igual, una separacion mayor á las traviesas.

El sistema de M. Barberot se está ensayando hace ya muchos años. En 1863 se colocaron 100 metros en la línea de Estrasburgo entre Paris y la Villette; despues se han establecido 5 kilómetros en el camino de hierro de Orléans, y se ha hecho la aplicacion en grande en el camino de Fecamp y en la encrucijada de Creil á Saint-Quintin.

Los ensayos de las líneas de Estrasburgo y Orleans se hicieron empleando el sistema de sostenimiento intermedio y los de juntas, estos últimos han dado los malos resultados que debian dar; la penetracion de las traviesas y de las calas por los extremos de los rails ha producido desperfectos de consideracion

con rapidez; en el camino de Orleans se van á desmontar los sostenes de junturas.

En la linea de Fecamp y en el empalme de Saint-Quintin, se ha limitado á los sostenes intermedios el uso del sistema Barberot, entablillando las junturas con madera de haya. De este modo se ha obtenido una via muy suave y duradera. Descansando los rails en toda la longitud de la traviesa, el vacio es menor que con los cojinetes fundidos; conservando el mismo intermedio para las traviesas puede reducirse á 0 m. 70 en las junturas y 0 m. 30 entre los sostenes intermedios.

El precio ó coste del sistema Bacherot por efectos y construccion es cerca de 5 francos por traviesa y el de los cojinetes ordinarios con sus accesorios el de 7 francos. Resulta pues una economía de 2 francos por traviesa.

Los gastos de conservacion no pueden apreciarse tan fácilmente por razon de los pocos ensayos. En el camino de Orléans se cree haber observado que los rails se desvian mas que en los cojinetes fundidos y acuñados en forma conveniente; pero parece que ha habido descuido en la eleccion de la madera de las calas y en el calzado. En el camino de Estrasburgo, se ha observado se han aflojado desde 1853. Es probable despues de esto que empleando para las calas madera bien seca, y poniendo cuidado en el calzado

el ajuste será por lo menos tan perfecto como el obtenido con las cuñas ordinarias.

Tambien se ha calculado lo relativo al conocimiento de los materiales de la via. Es de presumir que la duracion de los rails debe ser mayor á causa de la suavidad de la via que disminuye las vibraciones.

En cuanto á las traviesas es probable, por el contrario, que su duracion será menor.

Puede ser que haya con el tiempo penetracion del rail en la traviesa, como se verifica en los cojinetes ordinarios, cuya superficie de tablas, deducidos los vacios, es mas considerable que la del contacto del rail en el sistema Barberot, esta última superficie apenas puede exceder de 0 m. 015, lo que en una presion de 5000 kilógramos que resulta del paso de las máquinas, corresponde á 33 kilógr. por metro cuadrado en el sentido perpendicular á las fibras de la traviesa. En el camino de Fecamp en que se ha adoptado un rail americano de 0 m. 033 de tabla, se ha atenuado mucho este inconveniente. Subsiste sin embargo la objecion relativa á la duracion del tornillo, la que exige que la madera de la traviesa esté en buen estado, mientrás que la clavija ordinaria, no estando trabajada por la presion del rail, puede conservarse en las maderas cuya descomposicion esté avanzada.

En resúmen :

1.º Los sostenes de junturas del sistema Barberot son anchos.

2.º Se obtiene una via mas suave de madera combinando los sostenes intermedios con el empleo de tabletas.

3.º Los gastos del primer establecimiento están reducidos á dos francos por traviesa.

4.º Los gastos de conservacion no pueden apreciarse todavía con exactitud, pero nada hace presumir que deban ser mayores que con los cojinetes ordinarios.

5.º La duracion de los rails parece deba ser mayor por el uso del sistema Barberot, pero la de las traviesas será ciertamente menor que con los cojinetes ordinarios y la fijeza de las junturas por medio de los tornillos parece problemática. Los elementos de comparacion no pueden obtenerse sino despues de una larga experiencia.

Presupuesto de gastos.

Restanos indicar las condiciones de fabricacion que deben tener presentes los industriales que se ocupan de la fabricacion de los rails, cojinetes y clavijas que entran en la construccion de la via.

Estas condiciones se hallan estipuladas en un presupuesto de gastos propios de cada mercado.

Las modificaciones introducidas hasta el dia en la forma de los rails, no han aumentado sensiblemente su resistencia, y seria tan incómodo como costoso emplear rails mas pesados que los que actualmente se usan. La aproximacion de los puntos de apoyo es dispendiosa. Sin embargo una de las cuestiones mas importantes de que tienen que ocuparse hoy los ingenieros de caminos de hierro, es la consolidacion de la via y el aumento de su duracion. Pues teniendo en consideracion el aumento del peso de las máquinas y de sus vehículos de todas clases, debe temerse que los rails, tales como en el dia se fabrican, dejen de usarse en breve.

Es preciso por lo tanto buscar la solucion del problema en la mejora de la calidad del metal de que se componen los rails, ó en su trasformacion, y en la perfeccion de los procedimientos de fabricacion.

Se concibe por consiguiente cuanto importa que el presupuesto de gastos esté bien estudiado y convenientemente redactado : no se debe creer que basta con solo haber impuesto al fabricante ó empresario un presupuesto riguroso para obtener buenos resultados. Es necesario ante todo tratar con un fabricante de rigurosa probidad, que pueda procurarse sin dificultad las primeras materias de buena calidad y

señalarle un precio ventajoso. De otra manera hay exposicion á procesos siempre enojosos hasta para el mismo que los gana.

Hé aquí en resúmen, las principales condiciones impuestas por los presupuestos de gastos mas modernos.

Rails — Presupuesto de gastos.

Los rails deben presentar exactamente la longitud y el perfil adoptado por los ingenieros de la línea. A este efecto se remiten á los fabricantes plantillas de acero iguales en un todo á las que han de servir para la recepcion.

Se fija la longitud normal de los rails y se indica el minimum que no debe pasar de 1 milímetro 1/2 porco mas ó menos. Sin embargo como sucede con frecuencia que rails perfectamente construidos en la mayor parte de su longitud presentan defectos en sus extremos : se permite que cierta fraccion de la construccion, una vigésima parte por ejemplo, pueda admitirse para longitudes menores. Para los rails de 4 m. 50 del camino de Paris á Estrasburgo se han admitido las dos longitudes de 3 m. 379 y de 4 m. 40.

Estos rails pueden emplearse en las curvas, donde la fila interior presenta un desenvolvimiento menor que la exterior. En el camino del Norte, donde la

longitud normal de los rails de patin es de 6 m., la compañía admite una vigésima parte de barras mas cortas ya tengan 5 m. 06 ó 4 m. 12 de longitud, sobre la fijada, cualquiera que sea la longitud de la barra de 1 milimetro 1/2 solamente.

Es tan importante que no haya defecto ninguno en la forma del rail, que el ingeniero jefe no debe cometer á ninguno de sus agentes de cualquier clase que sean, el cuidado de aprobar las primeras muestras suministradas por los fabricantes: debe exigir que se le envien varios de los primeros rails sacados de los cilindros, y que no se empiece la fabricacion en grande escala hasta que haya dado su aprobacion por escrito al director de la fábrica.

Los rails deben estar perfectamente soldados y sin ningun defecto, tal como grietas ó quemaduras. Los espigones sobre todo deben estar perfectamente sanos y unidos. En un tronco no se deben admitir mas que defectos insignificantes. Los extremos de los rails tienen que estar cortados de manera que presenten una seccion completamente limpia y perpendicular al eje de los rails, los cuales no deben ser deformes. Para obtener esta seccion es preciso valerse de sierras sin enlaces ó de buriles.

Es muy importante asegurarse de que la fábrica posee estos instrumentos. En la fábrica se igualará y enderezará los rails con la mayor perfeccion.

La fig. 14 representa el corte de un mazo preparado para ser convertido en rails. Las dos barras *aa*, *bb*, llamadas cubiertas, y que formarán despues los espigones del rail, deben ser de hierro batido. Estas dos barras serán cada una de un solo pedazo.

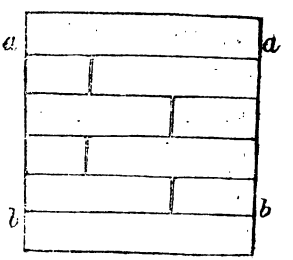


Fig. 14.

Las barras intermedias se funden generalmente con hierro puddlé, dicho nº 1. Son con frecuencia de dos ó tres piezas en su latitud, pero no deben admitirse junturas en su longitud.

La proporcion del hierro batido al hierro puddlé dulce se indica por lo comun en el presupuesto de gastos. En los rails de patin del camino del Norte es de 1/4 por lo menos del pié de los paquetes, y en los

rails de simple cama del camino de Mulhouse de 13. Se ha observado que los hierros de diferente naturaleza son difíciles de soldar; tanto que el empleo de dos calidades de hierro en la confeccion de los rails nos parece que ha sido la principal causa de las esfoliaciones que las hacen inservibles mucho tiempo ántes que el uso haya podido traer este resultado. Afin de poder asegurarse de la resistencia de los rails debe obligarse á los fabricantes á que hagan ensayos, los que deben repetirse tan amenudo como se juzgue conveniente. Estos ensayos se hacen por simple presion ó por choque.

Por presion, han sido ensayados los rails colocándolos sobre dos sustentáculos separados 1 metro 125 milímetros, haciendo descansar en su mitad un peso de 10,000 kilógramos. Despues de quitado el peso, la flexion que habia sufrido el rail del camino del Este, que pesaba 37 kilógramos y 1/2 debia desaparecer enteramente.

En el camino del Norte, los rails de patin, de peso de 37 kilógramos por metro corriente, y colocados de canto sobre dos puentes de apoyo separados 1 m. 10 centímetros deben sostener durante 5 minutos, en medio del intérvalo de los puntos de apoyo, una presion de 12,000 kilógramos, sin conservar flexion sensible despues de la prueba.

La misma barra, y misma posicion debe sostener

durante 5 minutos sin romperse, una carga de 30,000 kilógramos, pudiendo aumentarse sucesivamente la presion hasta que se rompa.

Los ensayos por presion tienen la ventaja de no alterar los rails; pero no dan garantia alguna de resistencia al choque. Un rail puede muy bien presentar toda la elasticidad necesaria par sobrellenar este género de ensayos, y no obstante romperse en el servicio por efecto de sacudimientos que recibe al pasar las locomotoras.

Los ensayos por choque se han hecho en los rails belgas de simple T, del peso de 27 kilógramos, dejando caer de una altura de 4 metros una maza de 200 kilógramos de peso. Los rails así ensayados estando alterados por lo general y debiendo ser recocidos, no se hacia sufrir el ensayo mas que á un pequeño número de rails tomados al acaso en cada entrega.

En el camino del Norte francés cada una de las dos mitades de la barra cascada á consecuencia de la prueba arriba indicada, colocada de canto en dos sostenes separados 1 m. 10 c., debe sufrir sin romperse el golpe de una maza de 300 kilógramos cayendo de dos metros de altura sobre la barra en medio del vacío que dejan los puntos de apoyo. En este último caso, los dos sostenes son de fundicion y descansan por medio de un marco de madera de encina

sobre un macizo de mazonería de 1 metro de espesor al menos establecido en un terreno sólido.

Si una de las barras ensayadas no resiste á las pruebas, se continuan en mayor número de barras, y si no resiste mas del décimo de las barras ensayadas se niega la admision de toda la série de que provienen estos rails.

El rail despues de haber sido sometido con buen éxito á todas estas pruebas, no está todavía exento de defectos. Las diferentes barras de hierro de que fué formado pueden haber sido soldados mal. Este defecto, lo mismo que otros muchos de la fabricacion, no se descubren mas que á lo largo. Antes solo se exigia del fabricante un año de garantía, durante el cual debia reemplazar todo rail averiado por efecto de su mala calidad. Los nuevos presupuestos de gastos de la compañía del Norte y de la del Este estipulan tres años. En el camino del Norte las piezas defectuosas quedan en poder de la compañía, y el fabricante paga una indemnizacion calculada al precio de 120 fr. por tonelada. El presupuesto de gastos de la compañía del Norte determina que los rails lleven marcas en relieve bien señaladas indicando á la vez, la fábrica, el año y el mes de la fabricacion. Estas marcas se hallan en un grabado hecho en la estría del cilindro y son necesarios para facilitar la aplicacion del artículo relativo al término de la garantía.

No se permite en el peso de los rails mas que un exceso de 1 por 100 poco mas ó menos en toda la fabricacion, y el 2 por 100 sobre cada rail. Los rails demasiado ligeros no se admiten, y los que son muy pesados se pagan á razon del peso normal, aumentado el esceso.

Para asegurarse de que se han cumplido realmente las cláusulas del contrato, debe enviarse á la fábrica un empleado especial durante todo el tiempo de la fabricacion, quien inspeccionará escrupulosamente todos los rails marcándolos cuando los haya encontrado admisibles.

Observaciones críticas.

La mala calidad de los rails que proviene con frecuencia de las faltas de soldadura, de las porciones de haces ó lios compuestos de hierro de números diferentes, se ha creido que se evitaria empleando solo el hierro nº 2, y que el aumento del precio de compra del rail, seria largamente compensado por su mayor duracion. Ingenieros experimentados han opinado que no solo estos rails, fabricados exclusivamente con hierro nº 2, serian muy caros, sino tambien muy blandos, y proponen comprar los haces de hierro puddlé únicamente. Parece que en Inglaterra, en Bélgica y en Alemania se ha llegado de esta ma-

nera á obtener buenos rails. El resultado, segun la opinion mas general, depende de la calidad de los hierros empleados. En una fábrica, por ejemplo, el hierro puddlé producirá excelentes rails, miéntras que en otras, será preciso mezclarlo con el hierro nº 2, ó emplear solo este último. No es pues conveniente imponer la misma clase de condiciones á todas las fábricas, siendo mucho mejor antes de redactarlas estudiar la naturaleza de los minerales, la del carbon y los procedimientos de fabricacion del establecimiento. Así es que desde el principio la compañía del Este autorizó el uso de dos placas sobrepuestas para la cubierta de los rails de la fábrica de Hayange, miéntras que exigia una sola placa en las otras fábricas.

M. Conche hace mencion en una memoria que ha publicado recientemente en las *Anales de Minas,* de rails de cama fabricados en el país de Gales con hierro nº 1 solamente, y de rails americanos procedentes de las fábricas de Hannover, en los cuales no se ha empleado el hierro batido mas que para los bordes del patin.

El mismo ingeniero critica á las compañías por la especie de tutela que ejercen sobre las fábricas, prescribiéndolas un determinado método de fabricacion : propone que se impongan condiciones para sola la recepcion y sobretodo una garantía prolongada : que

se exijan, en una palabra, buenos rails, sin cuidarse de los procedimientos empleados en fabricarlos, y así que la consecuencia y el aprecio de su buena reputacion serán siempre un móvil suficiente para el fabricante.

Nosotros creemos, como M. Conche, que las compañías no han dejado hasta el presente, por lo general, bastante libertad á los fabricantes para modificar un procedimiento de fabricacion, pero no quisieramos, como el sabio profesor, dejarles en una absoluta libertad de trabajar á su gusto. Podriamos citar á algun fabricante de Francia, cuyas fábricas se hallan situadas de tal manera que nunca ha tenido concurrencia formal de parte de otras fundiciones ó herrerias para el abastecimiento de ciertas vias, no queda pues para este fabricante como móvil mas que el aprecio de su buena reputacion. Pero puede decirse que el deseo de aumentar un beneficio ó de acelerar las entregas no le arrastrará, á pesar del deseo que pueda tener de conservar su buen nombre, á descuidar la fabricacion. Es sabido que los ensayos tales como habitualmente se hacen no garantizan las faltas de soldadura : que algunos fabricantes se niegan con obstinacion á someterse á los ensayos por el choque, que las roturas no indican mas que indicios inciertos sobre la calidad del hierro y, por último, que la aplicacion de la garantía no está siem-

pre exenta de dificultades : supongamos, por otra parte, que un rail mal fabricado viene á romperse y ocasiona un accidente grave ? ¡ La compañía podrá hacer pesar la responsabilidad sobre el fabricante ! ¿ Cómo probará que el accidente debe ser atribuido á la rotura del rail? Vale mas prevenir que castigar. Así, nosotros somos de parecer que las compañías harán bien en continuar imponiendo á los fabricantes ciertas condiciones de trabajo, salvo modificar estas condiciones por las observaciones del fabricante, y en reservarse la facultad de mantener agentes en la fábrica prescribiéndoles una inspeccion mas ó menos severa, segun parezca mas ó menos útil. Si para los ejes hay menos exigencias que para los rails, es porque los ejes proceden ordinariamente de fábricas que tienen una reputacion bien adquirida, y que no pueden emplear mas que hierros de primera calidad, lo que no es lo mismo por los rails.

La composicion de los rails ejerce una gran influencia sobre su calidad. Se han empleado en el camino de hierro del Este excelentes ligaduras procedentes de la fábrica inglesa de Loromoor y que en su rotura presentaban una mezcla uniforme de grano y de nervio denotando un hierro al mismo tiempo duro y tenaz. Seria de desear que se hubiera podido obtener la misma rotura para los rails ; pero la fabricacion seria demasiado costosa : así la rotura

de los rails es granulosa. En los rails de patin mejor fabricados la rotura de la cama es enteramente granulosa y la del patin fibrosa : las dos roturas pasan de la una á la otra por gradacion.

La instruccion para la construccion de los caminos de hierro bávaros, se expresa de la manera siguiente, tratando del tejido y la naturaleza del hierro :

« La disposicion tomada en los últimos años de no emplear para las cabezas de los rails mas que hierro de grano y para las bases que hierro fibroso, ha dado resultado muy ventajoso y es muy digna de consideracion en lo sucesivo ; tanto que la antigua fabricacion en que se componia la cabeza hasta de 0 m. 03 de hierro batido á martillo y en que la parte restante del rail no estaba formada mas que de hierro puddlé se ha conocido viciosa, atendido á que los hierros de diferente naturaleza no están nunca soldados con perfeccion. Importa por lo tanto multiplicar las observaciones para saber si conviene renunciar por completo al hierro batido para la formacion de la cabeza de los rails, ó si es mas ventajoso servirse de él para toda la parte superior al eje neutral.

M. Custel, alumno de la escuela central, ha leido á la sociedad de ingenieros civiles una memoria muy interesante sobre la fabricacion de los rails en que

ha entrado en una porcion de detalles que por su extension no nos es dado reproducir aquí.

Su trabajo se encuentra reasumido en la enunciacion de las condiciones que propone imponer para en adelante á los dueños de fraguas. Hé aquí estas condiciones:

« Los rails deben presentar una dureza muy grande para resistir al frotamiento de las ruedas, y una gran tenacidad para sostener los vehículos sin alterarse entre los puntos de apoyo. Para llenar estas condiciones la superficie en que descansa la rueda debe ser granuloso y nervioso el cuerpo del rail.

La fundicion con cok será de buena calidad, y deberá estar templado convenientemente. El hierro dulce que resultase no deberá salir de los cilindros sino en barras que no tengan menos de 80 cent. de longitud. Se constituirán dos muestras de hierro dulce, la una de 0 m. 81 de longitud, y la otra de 0 m. 054.

El director de la fundicion tendrá cuidado de emplear para la fabricacion de los rails hierro batido y hierro dulce, ó este último solo.

El haz ó lio destinado á formar las cubiertas se compondrá de hierro granuloso solamente, que deberá ser de planchas lisas, ó, lo que es lo mismo que los planos de soldadura de diferentes medidas serán paralelos á la longitud de la cubierta. Esta, hecha á planchas, deberá ser completamente granulosa y ten-

drá 0 m. 160 de longitud por 0 m. 012 ó 0 m. 014 de espesor (siendo el maximum de que nunca deberá pasarse 0 m. 014). No se recibirán las cubiertas hasta haber sufrido un ensayo provisional. No se admitirán las cubiertas nerviosas cortándose á presencia del agente. Esta primera prueba no comprometerá á la compañía á nada.

Para el lio paquete destinado á formar el rail se colocarán inmediatamente bajo la cubierta listoncillos que pueden muy bien ser de hierro granuloso.

El sexto del atado ó lio se compondrá de hierro tan nervioso como sea posible.

Las dos capas que se encuentran bajo la cubierta, se compondrán de barras de una sola clase, pero se permitirá echar cabos en las otras partidas. Estos cabos procedentes del cizallage ó cortaduras, deberán estar unidos á una de sus extremidades y tener por lo menos 10 c. de longitud. No se permitirá que haya en el paquete ó lio cabos registrados que tengan menos de 0 m. 80 de longitud. Se formarán con cuidado las junturas de los diferentes cabos de hierro de que se compone la partida que acabamos de mencionar. Cuando el hierro dulce tenga 0 m. 081 y 0 m. 054 de longitud, se conservan en la misma forma las junturas en las partidas del paquete ó lio, y no se admitirán por último mas que dos partidas

de 0 m. 081 ó de 0 m. 054, la una en defecto de la otra.

Si no se emplea mas que hierro dulce se colocará en lo alto y bajo del paquete cantidades de hierro granuloso, el sexto del paquete se compondrá de hierro dulce nervioso, arreglándolo de manera que no tenga junturas en la superficie por donde pasa la rueda.

La fabricacion de los rails debe ser lo mas perfecta posible, desechando los rails con manchas y desoldados. Si martillando en la extremidad de un rail, donde se hace la reunion de la cubierta y el hierro dulce, se muestra alguna huella de desoldadura que no tenga mas que dos ó tres milímetros, no por esto debe desecharse el rail. Tampoco se admitirán cuando se arranquen las fajas que cubren la cubierta.

Los rails si es posible se cortarán en frio por medio de tornos y á la longitud de 0 m. 25 ó 0 m. 30 por ambos extremos. El extremo saliente y primero del cilindro será siempre mas largo que el otro. Todo rail que no tenga de 56 á 60 centímetros mas que su longitud normal deberá cortarse por otra longitud.

El corte en caliente no debe permitirse sino por medio de sierras dispuestas de manera que corten á la vez ambos extremos. Las rebabas que deje la sierra se quitarán con una cizalla. Los rails serrados en

caliente deben tener por lo menos 10 milímetros mas que su longitud normal.

No debe permitirse cortar una punta primera y calentar en seguida la otra para cortarla ya á la sierra, ó de cualquier otro modo.

Las condiciones que se exigen hoy deben continuar para la longitud y el enderazamiento.

El ingeniero M. Curtel, en su memoria, dá una grande importancia á la composicion de los paquetes y no duda que el hierro granuloso pueda soldarse con el hierro nervioso si el paquete está bastante caliente, lo que contestan ingenieros experimentados. Tambien se emplean calces de ruedas formados de hierro granuloso y de hierro nervioso, pero la soldadura á pesar del cuidado tenido en la fabricacion de un producto que se paga muy caro, es siempre imperfecto. Por lo que las compañías han renunciado al empleo de estos calces.

M. Conche, declarando que ha visto en la Exposicion de Munich rails de patin fabricados como los recomienda la instruccion de los caminos de hierro bávaros, es decir con una cama granujosa y una cubierta nerviosa, se espresa de la manera siguiente sobre la asociacion del hierro granujoso al hierro nervioso.

« La soldadura de los dos hierros es posible, pero es muy difícil y sospechosa en las condiciones de la fa-

bricacion de los rails. El hierro nervioso exige una temperatura muy elevada : el hierro granuloso, por el contrario, no puede resistir ninguno exceso de calor; calentado en demasía, se desnaturaliza y pasa al estado de hierro de granos grandes; menos ductil por otra parte que el otro, no obedece tan fácilmente á la accion del cilindro y forma grietas.

M. Curtel prefiere, como M. Conche, los rails compuestos enteramente de hierro nervioso á los que contienen parte de este y parte de hierro afinado.

El primero de estos autores considera por último como ilusoria la garantía exigida por las compañías, y aunque real y verdaderamente no baste para ponerlas al abrigo de cualquier evento, no se puede negar que la compañía del Norte en Francia ha sacado tan buen partido en muchas circunstancias que exige ahora á los fabricantes tres años de garantía.

Cojinetes.

Los cojinetes deben ser todos conformes al modelo adoptado, y el ingeniero envia al fabricante una muestra de cojinete, segun la cual se hacen los modelos que se envian al ingeniero para ver si necesitan algunas modificaciones, no debiendo comenzarse la fabricacion hasta que esté manifiesta su conformidad por escrito.

Las condiciones de peso son las mismas en los cojinetes que en los rails, pudiendo variar en un 3 por 100 mas ó menos.

Al tiempo de la recepcion no debe permitirse ninguna diferencia en la forma del asiento del rail ni como perfil ni como inclinacion. Los agujeros de las clavijas deben ser tambien muy exactos.

Las fundiciones empleadas deben ser de mezcla de grano apretado y tenaz para presentar una grande resistencia á las roturas. Se exige que resistan á una fuerza de traccion de 1,300 kilógramos por centímetro cuadrado. Para asegurarse de esta resistencia se funden con frecuencia piezas como ensayo de la forma representada en la figura A, y se hace la caña *t t* del diámetro de 0, 01. La pieza está suspendida á un punto fijo por uno de los anillos y el peso que mide la resistencia está suspendido al segundo anillo (fig. 15.)

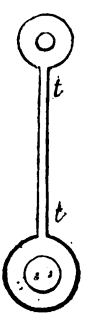


Fig. 15.

La fundicion en madera cuando presenta las cualidades requeridas puede emplearse en la primera fusion; la fundicion en cook sufre generalmente una segunda fusion.

A los cojinetes se los somete á pruebas de presion como á los rails, siendo conveniente ensayarlos tambien por medio del choque. Estipulándose

además para prueba la garantía general de un año.

Clavijas.

Además de las condiciones relativas á las formas, dimensiones y peso de las clavijas, se debe exigir que sean de hierro dulce y nervioso, con las cabezas hechas á martillo y no soldadas. Para recibirlas se prueban en dos plantillas de acero templado, debiendo entrar en el mayor hasta la cabeza y mucho menos en el pequeño.

Tambien se clava cierto número de clavijas en un pedazo de encina hasta la mitad de su longitud, despues se encorba la parte excedente á martillazos, de manera que forme un ángulo de 45 grados con la vertical. Las clavijas sometidas á esta prueba no deben presentar ninguna alteracion.

Cuñas.

Las cuñas deben ser de madera seca de buena calidad (encina ó acacia) sin albura y de veta derecha. Para asegurarse que se llena esta última condicion se exige que las cuñas se corten con hacha y no con sierra, despues se acepilla.

Se averiguan sus dimensiones por medio de dos gabaritos de cuero, debiendo atravesar totalmente el uno la cuña y no entrar apenas en el otro.

Traviesas.

Las de los caminos europeos son de encina, haya, pino ó abeto. El haya no puede emplearse mas que cuando ha sido preparado por uno de los procedimientos arriba indicados. El abeto y el pino se preparan tambien generalmente, á menos que no sean muy resinosos como el alerce. En el camino del Este de Francia, se ha observado que las clavijas se movian con mas facilidad en el pino que con las demás maderas, conservándose mucho mejor en el haya.

Tomando la duracion relativa de las diferentes clases de madera preparadas y empleadas para traviesas, dice la instruccion bávara, y calculando los intereses comparados del precio de adquisicion y los gastos de entretenimiento normal, eran en Baviera los mismos, mientrás el precio de adquisicion de los pinos y abetos es de 1 franco, el de los pinos resinosos 1 1/3 y el de la encina de 2.

A esta consideracion debe añadirse que las clavijas sientan mejor en las traviesas de encina, y que la explotacion es mas fácil á consecuencia de la renovacion de las traviesas, y que además se economizan cuñas, clavijas, pernos y tabletas. Conviene por lo

tanto emplear las traviesas siempre que sea posible obtenerlas á un precio menor de 2 1/10 del de los pinos y abetos ó á 1 1/2 de los pinos resinosos.

Las traviesas se pagan por su volúmen ó por piezas. En este último caso el mas debe compensar el menos, y se limita el espesor de la albura. Cuando las traviesas se pagan por cubos, no se cuenta la albura. Esta estipulacion no se aplica mas que á las traviesas de encina, pues las de haya no contienen albura propiamente dicha. Es muy importante indicar el modo de mediar las traviesas. De otro modo el contratista podria querer medirlas segun ciertos usos de convencion con gran detrimento de la compañía.

Se estipula que toda traviesa que presenta faltas será desechada, se exige que la encina se haya cortado en buena estacion (desde el 15 de Octubre al 15 de marzo, época en que para la circulacion de la savia), por último solo se admiten maderas cortadas con dos años de anterioridad.

En cuanto á la forma de las traviesas, se exige que las dos fases horizontales sean planas, y se indica una curbatura limitada en el otro sentido.

Se ha reconocido que las traviesas deben salir 0 m. 60 al menos fuera de los rails. Si son mas cortas sus extremidades se mueven al paso de los trenes y hacen apilarse á la calzada, de manera que las traviesas concluyen por no descansar mas que en el

centro del fondo. En la via ordinaria de 1 m. 50, las traviesas deben tener 2 m. 70 de longitud.

La longitud y espesor de las traviesas influyen tambien en la estabilidad de la via. Si las traviesas son demasiado delgadas, se encorban al paso de las máquinas, si son demasiado estrechas, no descansan sobre una superficie bastante extensa, y la via carece de solidez. Su longitud, por otra parte, no debe exceder de 0 m. 36 sin lo cual no se llega, sino con mucha dificultad, á rellenar uniformemente la cuña en que descansan.

Las dimensiones son generalmente menores para las traviesas que se colocan bajo las junturas de los rails que para las intermedias; se fijan estas dimensiones dejando al contratista alguna latitud entre los límites señalados.

Las traviesas de juntura cuadradas empleadas en los caminos de hierro del Este de Francia tienen 0 m. 14 ó 0 m. 17 de espesor sobre 0 m. 32 ó 0 m. 35 de longitud: las mismas traviesas semiredondas tienen de 0 m. 14 á 0 m. 18 de espesor sobre 0 m. 32 á 0 m. 36 de longitud.

Las traviesas intermedias cuadradas no tienen mas que 0 m. 14 á 0 m. 15 de espesor sobre 0 m. 21 á 0 m. 28 de longitud; si son semiredondas tienen de 0 m. 14 á 0 m. 17 de espesor sobre 0 m. 21 á 0 m. 23 de longitud.

Balasto.

El balasto debe ser permeable y tener cierta consistencia. Se emplean como balasto diferentes sustancias. La arena es la que se usa con mayor frecuencia, pero en los paises en que es rara la arena de buena calidad, se reemplaza con otras sustancias como piedras machacadas (guijo), mezclas de ladrillos apilados y de escoria, ulla menuda y creta.

Si la arena ha de ser bastante permeable debe estar compuesta de granos de tamaño regular y suficientemente puros para no deshacerse y convertirse en polvo al paso de los convoyes. El agua circula con menos facilidad en la arena fina, la que además siendo arrastrada sin dificultad por el viento ó por la corriente de aire que produce el paso del convoy, es muy perjudicial para las máquinas introduciéndose en su mecanismo. Penetra en las junturas y hasta en los agujeros de los ejes, se adhiere á ellos por medio de la grasa que los baña y ocasiona su pronta destruccion.

La arena que contiene una gran cantidad de arcilla en estado de mezcla absorbe el agua y se convierte en baño á consecuencia de las grandes lluvias, por

lo que no debe usarse. Pero si no tiene arcilla mas que en pequeña cantidad, lejos de alterar la calidad de la arena le dá cierta consistencia y la impide separarse con facilidad.

El guijo es menos homogéneo que la arena, y su uso hace mas difícil el entretenimiento. Las mezclas de ladrillos apilados y de escoria han dado muy buenos resultados. La ulla menuda es de un uso excelente. Pero es necesario que no contenga mas que una pequeña cantidad de pirita de hierro, pues, de lo contrario, se inflamaria con facilidad. La creta es con frecuencia húmeda y forma entónces barro. En el camino del Norte se ha empleado, para el asiento inferior de la calzada, cubierta de arena se sustrae con frecuencia á la influencia de la humedad y es útil.

La eleccion del balasto ejerce una grande influencia en el estado de la via. No se deben perdonar gastos para obtener un buen balasto.

En lo relativo á la calidad del balasto la instruccion bávara se expresa de la siguiente manera:

Como balasto no conviene emplear ceniza.

1.º Arena ó casquijo arcilloso.

2.º Arena cuartzosa, gruesa, pura, sin mezcla de casquijo ó piedras machacadas.

3.º Arena fina y movible ya sola ó mezclada con casquijo ó piedras machacadas.

4.° Piedras blandas ó que se dilaten por las influencias atmosféricas.

Los materiales preferibles son el casquijo de cuarzo duro, ó de otras piedras sólidas que tengan menos de 0 m. 045 de diámetro, mezcladas con cerca de una tercera parte de arena gruesa y pura, ó que contenga poca arcilla. Tambien se obtiene buen balasto cubriendo un mampuesto de 0 m. 15, ó 0 m. 20 de espesor de una capa de piedra de 0 m. 05, mezcladas con una tercera parte de arena pura y gruesa. La arena no debe formar capas con las piedras, sino mezclarse al mismo tiempo.

El casquijo, todo de arcilla, aun mezclado con arena pura y gruesa, conviene menos todavía. Las piedras rotas que se reducen á arena ya por las influencias atmosféricas ó por la accion de las herramientas cubren las traviesas y convienen todavía menos.

Condiciones generales.

Durante la ejecucion de los trabajos se pueden presentar mejoras que es conveniente adoptar: es preciso reservarse siempre la facultad de hacerlo mediante una indemnizacion regulada voluntariamente ó por peritos. No se debe dejar de estipular que todas las diferencias que pudieran suscitarse entre la compañía y el fabricante deben dirimirse en las lo-

calidades donde se encuentra el domicilio de la compañía. De otro modo habria que ir á pleitar á las ciudades vecinas de la fábrica donde su director puede ejercer su influencia con mas facilidad.

Se impone generalmente al fabricante la condicion de no subarrendar sin autorizacion de la compañía. Por último es preciso al hacer los pagos retener una décima parte que no se vuelve al fabricante hasta que espira el plazo de la garantia.

Colocacion y recepcion de la via.

Una mala via puede ser causa de graves accidentes y ocasionar gastos de entretenimiento muy elevados. Es por lo tanto necesario tener el mayor cuidado en su colocacion.

Cuando se recibe la via hay que asegurarse de que las traviesas descansan en una cama de balasto bastante espesa, que están en todas sus partes sobre esta capa y se hallan convenientemente envueltas en balasto; que en la via comun con rails, los cojinetes, y de consiguiente los rails, tengan la inclinacion conveniente; que esten fijados solidamente á las traviesas; que la longitud de la via es constante, al menos. las partes rectilíneas; que la altura de los dos cortes de los rails es la misma en las líneas rectas; que en las curvas, para facilitar el paso de los convoyes,

se ha levantado convenientemente el paso de los rails exteriores, por último que las cuñas esten suficientemente hundidas y hayan sido colocadas en la direccion conveniente. Cuando los rails sean de patin hay que asegurarse de la solidez de los grapones.

Los puntos de apoyo entre los sostenes no deben tener entre sí mas separacion que 0 m. 88. Estas distancias serán siempre mas pequeñas hácia las extremidades del raíl que hácia el medio. Los patines se acercarán mas en las extremidades á los rails sin tabletas que á los rails entabletados.

La distancia indicada para los sostenes se observará, excepto en los siguientes casos:

1.º Cuando la distancia de las junturas dejada en el momento de la colocacion sea insuficiente;

2.º Cuando no haya medio para impedir el deslizamiento, en cuyo caso se podrán alejar los puntos indicados hasta 0 m. 06.

En los alineamientos se conservará la inclinacion de 1/20, admitida hasta hoy y consagrada por la experiencia: la misma inclinacion se conservará en las ruedas de las locomotoras, excepto en las de delante que tendrán una convexidad de 1/16.

En las curvas, la superficie de colocacion de los rails de base larga, como las bases de los cojinetes en las vias de cojinetes, conservarán una inclinacion entre sí de 1/10, mientrás que el nivel de la superfi-

cie del tránsito del rail exterior se elevará con relacion á la del rail inferior con la disminucion del rayo de la curva. No habrá excepcion para la inclinacion de los rails entre sí, mas que en las vias colocadas sobre suelos de piedra con rayos de 140 á 190 metros. En este caso el rail interior quedará vertical y la superficie de su colocacion será por consecuencia horizontal, mientrás se inclinaria fuera del eje de la via, si se quisiera conservar rigurosamente la inclinacion entre estas dos superficies de colocacion.

Las separaciones exteriores de los rails consagradas por la experiencia son :

Para un rayo de	292 met.	. . .	1m.4593
—	321	. . .	1 4563
—	350	. . .	1 4534
—	379 á 408	. . .	1 4505
—	438 á 467	. . .	1 4476
—	496 á 584	. . .	1 4447
—	584 á 730	. . .	1 4433
—	730 á 875	. . .	1 4418
—	875 á 1167	. . .	1 4372

En las curvas de las estaciones y salidas, se puede ir en las vias principales hasta una separacion de 1 m. 4593, y en las vias secundarias al maximum de 1 m. 461.

En las curvas se conservará su nivel al rail inte-

rior, pero se levantará el rail exterior segun las indicaciones de la tabla siguiente :

Para un rayo de	292 met.	. . . .	0m.1167
—	330	. . . .	0 1021
—	408	. . . .	0 0934.
—	467	. . . .	0 0875
—	523	. . . .	0 0817
—	584	. . . .	0 0719
—	875	. . . .	0 0379
—	1167	. . . .	0 0159

La distancia natural del eje de una á otra via está fijada fuera de las estaciones en 7 m. 50. En el interior de las estaciones, esta distancia es insuficiente, y siempre que dos trenes pueden moverse al mismo tiempo en vias paralelas se los colocará lo menos á 4 m. 95 ó lo mas á 5 m. 25. En las estaciones principales y en los puntos en que las dos vias se cruzan, se dejará entre ellas, si se puede, un espacio libre de 5 m. 40, lo que supone una distancia de eje á eje de 6 m. 70. En las otras vias de las estaciones basta una distancia de eje á eje de 4 m. 10 á 4 m. 40.

En cuanto á las precauciones para fijar las cuñas y contrariar el movimiento de deslizamiento de los rails, la instruccion para los caminos de hierro bávaros se expresa de la manera siguiente :

« Si no se impide el deslizamiento longitudinal de los rails sobre los sostenes, sucederá que se tocarán las extremidades rechazándose poco á poco, y los

rails se harán pedazos. Estos inconvenientes se evitan con facilidad empleando tabletas angulares.

» En una via de rails con bases largas y sin tabletas, se impide el deslizamiento longitudinal, aunque de una manera imperfecta, metiendo dos clavijas de gancho en los empulgados rectangulares practicados en la base y hácia la extremidad.

» En una via con rails de cojinetes se meten las cuñas en madera.

» 1.º En las grandes pendientes, en la direccion de la pendiente.

» 2.º En la cercanía de las estaciones y en la direccion de la estacion.

» 3.º En el resto de la línea, partiendo del medio del rail en las dos direcciones. »

Si se verifican los deslizamientos á pesar de estas precauciones, se sacan las cuñas, se reparten las junturas, pero sin tocar á las traviesas de las junturas.

Las distancias de las junturas admitidas hasta ahora en la colocacion han sido insuficientes en lo relativo á los deslizamientos que provienen de la dilatacion; con tanto mayor motivo cuanto no puede negarse que se produce al mismo tiempo, bajo la accion de las ruedas, un tirado en los rails, se calcularán por lo tanto para lo sucesivo las junturas de modo que dejen, aun para las menores dilataciones, una distancia libre de de 0 m. 0012.

Para impedir que se hagan pedazos los rails, se redondearán las aristas de la cabeza en 0 m. 007.

Pasos á nivel, barreras, cerrados y contrarails.

Pasos á nivel.

Los caminos que cruzan las vias férreas pasan por debajo, encima ó al mismo nivel. En el último caso la parte de la via férrea atravesada por el camino toma el nombre de *paso á nivel.* Pero si este no sirve mas que para los peones, la via no sube alteracion alguna. Pero si pasan coches es necesario empedrar

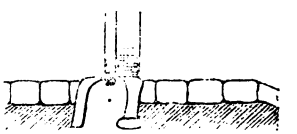


Fig. 16.

el camino en toda su longitud. Los rails están entónces hundidos en el pavimento como lo indica la figura que es un corte á través de la via, de manera que las ruedas de los coches no pasen mas que sobre la cama del rail sin peligro de derribarle como sucederia si estuviese fuera del suelo (fig. 16.)

Por la parte del eje de la via es una ranura hecha en el pavimento y en la cual entran los calces de las ruedas de los wagones. Uno de los lados de la ranura está sostenido por el mismo rail y el otro por un larguero de madera, una banda de hierro ó un rail usado que lleva el nombre de contra-rail. El contra-rail debe estar escarbado en sus extremidades como le presenta la figura B para que una rueda del wagon que, á consecuencia de una oscilacion lateral, se separaria del rail, permanezca naturalmente en el espacio comprendido entre el rail y el contra-rail (fig. 17.)

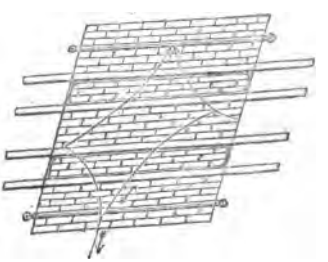


Fig. 17.

Algunas veces se hace una ranura á derecha é izquierda del rail (fig. 18) para que ningun obstáculo, aunque no sea mas que una pequeña piedra pueda colocarse en el borde exterior del rail y molestar á

su paso las ruedas del wagon. La superficie de la cama puede encontrarse entónces mas baja que la del pavimento y las ruedas de los coches atraviesan la ranura en toda su extension sin tocar al rail. La primera disposicion que es la mas económica es tambien la adoptada generalmente.

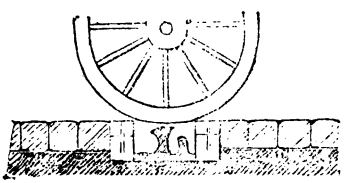


Fig. 18.

La instruccion para el establecimiento de los caminos bávaros contiene el párrafo siguiente relativo á los pasos á nivel.

En los alineamientos y en las curvas de cerca de 250 metros de rayo, se hará entre el rail y la via, y el que forma el contrarail, una abertura de cerca de 0 m. 073, que podrá ser de 0 m. 087 cuando el rayo de la curva sea inferior á 200 metros. La profundidad de la ranura se toma de los rails mismos en la via con rails de bases largas. En las vias con rails de co-

jinetes, se conservará como suficiente la profundidad actual de 0 m. 04.

Los caminos del Estado y los demás caminos muy frecuentados, que se encuentran cerca de las aldeas, deben estar empedrados en los pasos á nivel. Siempre que los pasos á nivel esten enlozados, conviene prolongarlos 10 metros al menos á los dos lados de las vias férreas. Esta parte será horizontal ó en rampa máxima de 0 m. 02 hácia la via férrea. En las vias y en las curvas se dará una ligera elevacion que no exceda de 0 m. 03 al nivel de los rails. El lado exterior del rail de la via estará protegido por un larguero de encina de 0 m. 15 de espesor y guarnecido de un coronamiento de hierro que sirva de punto de apoyo al pavimento.

Barreras.

La via férrea está siempre encerrada, en particular en Francia, entre dos líneas de cercados. El cercado fijo debe necesariamente ser interrumpido y reemplazado por una barrera móvil en el paso de los caminos. Esta barrera es de una sola ó dos hojas, segun su longitud. Cuando es de dos hojas puede abrirse por el lado del camino de hierro, de manera que cierre la via al abrir el camino, ó abrirse por el lado del camino dejando la via franca. La primera disposicion

tiene la ventaja de que no permite á los peones, á los caballos ó á los animales separarse á derecha ni á izquierda del paso á nivel para andar por el camino de hierro, pero tiene el inconveniente de que si la ruta corta oblicuamente el camino de hierro, las barreras deben ser muy grandes, y de que hallándose con frecuencia la barrera á consecuencia de un descuido, cerrando la via en el momento de la llegada de un convoy, le derriba la máquina, por lo que se prefiere la primera disposicion.

El paso por el camino es libre por lo comun, y solo en el momento de la llegada de los convoyes se cierra instantáneamente.

La inclinacion de los caminos, cuando se igualan las vias férreas, no debe, en los términos de la ley, exceder de 3 centímetros para los caminos principales, y 5 centímetros para los vecinales y provinciales. El límite inferior fijado por la ley para el radio de las curvas de igualdad es, en los caminos reales de 30 metros, y para los vecinales de 15.

Los caminos, al atravesar las vias férreas, deben conservar toda su longitud.

Las barreras en que hay guarda, dice la instruccion bávara, son las únicas que no necesitan cerrarse con llave. Se puede cerrar á manos las barreras que se hallan á menos de 150 metros del puesto de un guarda, las que se encuentran mas lejos pueden

manejarse facilmente por medio de un hilo de hierro.

Cercados

Los cercados son de madera, compuestos de enrejados, mas ó menos sencillos de 1 m. 40 centímetros de altura, fijados en postes, con huecos de 1 m. 50. Tambien se hacen los cercados con hilos de hierro galvanizados fijados en postes de madera, estos hilos pueden tenderse á voluntad con aparatos especiales.

Los mejores enrejados se forman con listones puntiagudos ó estacas sencillas unidas las unas á las otras con hilos de hierro trenzados. Se han fabricado á máquina los enrejados compuestos de listones, pero hoy se renuncia al empleo de estos enrejados. Hechos en máquina carecen de solidez y son muy difíciles de conservarse. A pesar de su ligereza los enrejados de estacas ofrecen una gran solidez y es muy difícil el que se rompan. Los cercados de hilo de hierro galvanizado cuestan poco y duran mucho.

Estos cercados son provisionales y se los coloca por lo general al lado de las hayas que deben reemplazarlos.

Es difícil obtener vallados en buen estado en una gran longitud de la línea. En el camino de hierro del Este de Francia se habia confiado la conservacion de los vallados á un contratista, pero no ha dado el

resultado apetecido. El establecimiento de estos cercados se haria probablemente con mejores condiciones en administracion. La conservacion puede confiarse con ventaja á los guardas de línea á los que se concede primas para animarlos al trabajo.

Contrarails.

Los contrarails no se colocan solo en el emplazamiento de los pasos á nivel. Se colocaban antiguamente en todas las partes del camino, donde se temian mas los descarrilamientos ó en los que podian tener

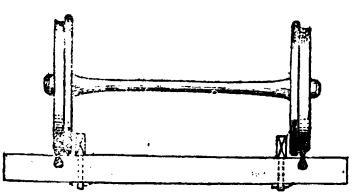


Fig. 19.

mas graves consecuencias. Los contrarails se componen de largueros de madera mas elevados que los rails y tienen que impedir que salgan los wagones de la via. La distancia de los largueros (fig. 19), es de 75 milímetros.

El contrarail se opone á que el wagon se salga de la via al subir al rail.Como en rigor, seria necesario poner contrarails en todos los puntos principales y en todos los terraplenes elevados, y esto seria muy costoso, se ha limitado considerablemente su uso. Y, en todas las líneas nuevas de Francia, se suprimen los contrarails porque hacen mas difícil el entretenimiento de la via.

ACCESORIOS DE LA VIA

Cambios y cruzamientos de via, ruedas giratorias, carros de servicio, guias hidráulicas y señales fijas.

En la explotacion de un camino de hierro se necesita con frecuencia trasladar los coches ó máquinas de una via á otra, particularmente en las estaciones de un camino de doble via, y tambien en los escapes de un camino de una sola via. Los aparatos que se emplean para ejecutar estas maniobras pueden dividirse en dos clases.

Los de la primera permiten hacer pasar todo un tren de una via á la otra, por medio de una sola maniobra que se hace generalmente con el motor ordinario; estos son los cambios de via.

Los de la segunda clase exigen una maniobra especial para cada vehículo, estos son las placas giratorias y los carros de servicio.

Cambios de la via.

Supongamos que en los puntos *c c* (fig. 20), la via V se bifurca, se concibe facilmente que por medio de aparatos, colocados en *c*, un convoy que marcha en la direccion de la flecha, podrá guiarse ya en la via V, ya en la via V', ó bien que un convoy que venga por una de las vias V y V' en un sentido inverso de la flecha podrá continuar su camino por la via V.

El aparato colocado en *c c* es el cambio de la via propiamente dicho.

En K, donde se cortan los rails de las dos vias, se necesita otra disposicion particular que permita á los rebordes de las ruedas, cuya huella está indicada con puntos en la figura, pasar á los rails *r r* y *r' r'* sin montar en estos rails. Este nuevo aparato es el cruzamiento de la via.

Todos los cambios de via pueden colocarse en una de las tres categorías siguientes :

1.º El cambio se compone de dos rails *b d* y *a c*, reunidos por un cabestrillo ó articulacion *o u* (fig. 21).

Estos dos rails, que tienen el nombre de agujas, pueden girar en el plano del camino al rededor de botones colocados en *a* y *b*. Situados en la direccion indicada por las líneas enteras sustituyen á la via

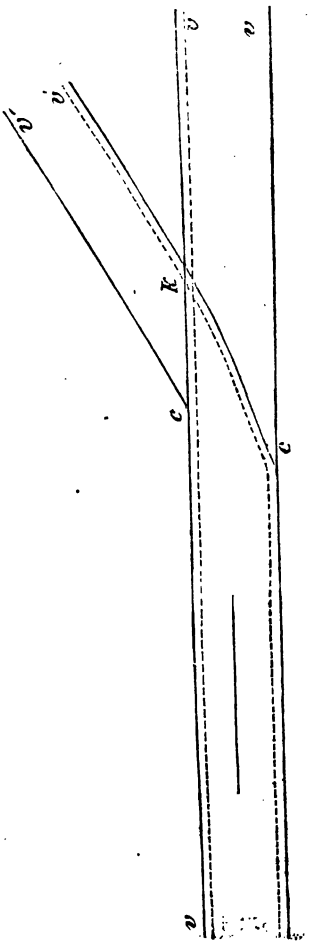


Fig. 20

x y, de manera que los convoyes que marchan en esta via en la direccion de la flecha, no dejaron de seguirla dejando á un lado la via oblicua. Si haciendo

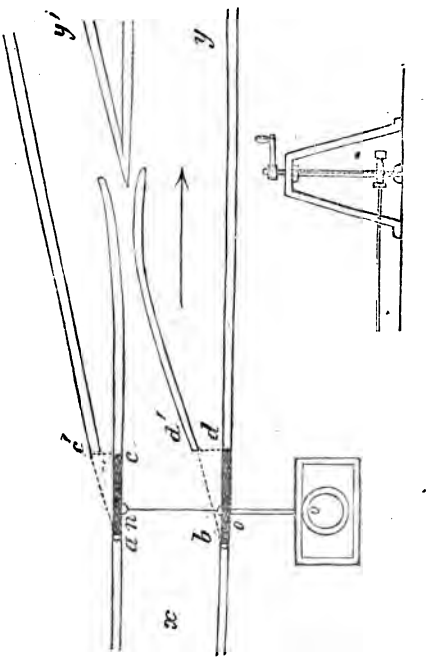


Fig. 21.

girar las agujas al rededor de los pernos *a* y *b*, se les hace tomar las posiciones *a c'* y *b d'* indicadas por las lineas de puntos, sirven al contrario á la via oblicua, ó, en otros términos, obligan á los convoyes

que llegan a' b en la via x y á marchar en direccion de la flecha y pasar á la via oblicua x y'.

2.º La via es fija, y está únicamente interrumpida en una pequeña longitud para dar paso á los rodetes de las ruedas.

Los convoyes se dirigen entónces por una de las dos vias por dos barras de hierro encorvadas en sus extremidades, girando en el plano del camino al rededor de los pernos. Estas barras se llaman tambien agujas. Colocadas en líneas paralelas permiten al convoy continuar moviéndose en línea recta sobre la via, y si se las hace girar en una línea algo oblicua, obligan al convoy á tomar esta línea, porque una de las ruedas delanteras, no pudiendo pasar por la via rectilínea, tiene que seguir la via curva. Las agujas colocadas mas altas que los rails hacen el papel de contrarails, pues los rodetes de las ruedas, pasando entre el rail y la aguja, impiden que la máquina ó el wagon se separe hácia un lado y salga de la via.

Las agujas de estos cambios de contrarails están cortadas en bisel, de manera que forman un plano inclinado.

3.º Hay una tercera especie de cambio de via, en que las dos agujas con dos cabos de rails deshilados giran al rededor de pernos.

Cada uno de estos tres sistemas tiene sus ventajas y sus inconvenientes, sin embargo algunos los tienen

mucho mayores que otros. Los cambios de via de la primera clase, como se ha explicado, son bastante sencillos y permiten facilitar en gran manera la direccion, pues basta para conseguirla tal como se desea, que las agujas sean muy largas, además que, como tambien hemos dicho, pueden estar dispuestas con la mayor facilidad, de modo que sirvan un número cualquiera de vias encontrándose en un mismo punto. Pero son muy peligrosas, puesto que si un convoy procedente de la via *y'* (fig. 21) en la direccion *y'* encuentra las agujas colocadas en las *a c* y *b d* desencarrila infaliblemente. Esta primera clase de cambios de via de rails movibles se ha abandonado por esta razon para la via definitiva en todas las líneas establecidas en estos últimos años, ó al menos no se usa mas que en ciertos casos particulares que indicaremos despues.

Los cambios de la segunda clase por medio de contrarails tienen sobre los anteriores la ventaja de no ocasionar el desencarrilamiento del convoy, aunque la aguja esté mal colocada. Supongamos en efecto que las agujas sirven la via rectilínea; un convoy que llega por la via oblicua no se detiene como podria suponerse por la aguja. El rodete de la rueda subiendo sobre el plano inclinado que presenta en esta extremidad, pasa por encima de la aguja, va á caer sobre la via, y el convoy es rechazado con una

fuerte sacudida sobre esta via. Este cambio de via no permite por otra parte mas que desviaciones bastante bruscas é incómodas para el material lo mismo que para los viageros, por cuya razon se ha dejado de usarse.

Los cambios de la tercera clase con rails no visibles adelgazados en sus extremidades, lo mismo que los precedentes, no son de ningun modo peligrosos mas que cuando las agujas están mal colocadas. En efecto si un convoy marcha en la via oblicua, cuando las agujas suben la via rectilínea, el rodete de la primera al llegar al ángulo empujará á la aguja hácia un lado, y el convoy seguirá sin sacudimientos la via rectilinea. Este cambio presenta además una via no interrumpida, por lo que se le prefiere hoy generalmente.

Cuando en el caso de la primera clase de cambio de via, pasan los wagones á la via oblicua, la presion lateral del rodete de las ruedas contra la aguja tiende á empujarla de lado. Debe entónces manejarse y sostener por medio de una palanca de una especie particular con excéntrica, como hemos indicado en la fig. B. ó por palancas de la misma clase que describiremos despues.

En el cambio de primera clase la aguja está sostenida por el rail y se la maneja por medio de una palanca, cuya disposicion se describirá.

En este caso las agujas son sencillas de rails á la americana que llevan á su extremidad colocada en el lado de la via única, ademas de un relieve con un agujero vertical.

Este relieve se apoya en un suelo venido de la fundicion con el cojinete extremo de la via única, estando los dos atravesados por una clavija de hierro, á cuyo alrededor gira la aguja. Ambas agujas están ligadas entre sí por un cabestrillo de hierro, que regula la longitud por medio de una tuerca de filestes inversos. La palanca y la varilla sirven para manejar las agujas. Estas agujas son demasiado débiles para poder resistir á la presion del rodete de las ruedas y se inclinan de consiguiente á consecuencia de esta presion.

En Bélgica se ha procurado consolidarlas fijándolas en una fuerte banda que las dá mas asiento.

En los caminos de Orleans y Birmingham, se ha compuesto cada aguja de dos rails fijos por el lado de los dos caminos sobre un cojinete doble que giraba al rededor de una clavija.

Los cambios de via de rails móviles se emplean con frecuencia en los terraplenes y se ha modificado su construccion. Las agujas son simples rails apoyados en sus cojinetes. La articulacion se hace por el lado de la via única, no fijando cada cojinete mas que con una clavija. Los cojinetes de la otra extremidad es-

tán fijos á una barra de hierro liso que se desliza por una traviesa de la via y que se maneja por medio de una palanca.

En el camino de hierro de Versalles, orilla izquierda, se empleó en un principio un cambio de via de segunda clase, en que los contrarails descansaban en tablones de madera en que habia incrustado de trecho en trecho platinas de hierro. Otras veces se destiraban sencillamente por pestañas de hierro hechas en la fundicion con los cojinetes de la via.

El primer cambio de la via en la aguja deslocada es debido á Stephenson, que no tenia mas que una aguja móvil. Los dos rails exteriores no tienen variacion ninguna. El rail interior de la via recta se disminuye para dar paso á los rodetes de las ruedas. Uno de los rails es móvil al rededor de su articulacion, y el otro está esclopeado de modo que la aguja pueda aplicarse en cierta longitud y conservar siempre la fuerza suficiente. Un contrarail fijo ensanchado en sus extremidades facilita la entrada de los rodetes de las ruedas, estando fijo en los cojinetes de la via del lado opuesto de la aguja. Un contrapeso suspendido á la palanca de la maniobra conserva la aguja aplicada al rail, por medio de una varilla, de manera que la via oblicua queda constantemente abierta.

Estando la aguja colocada en su posicion normal,

un tren que marchando en un sentido ú otro pasase de la via recta á la oblicua ó á la inversa, si llegase recorriendo la via recta al cambio de la via, cada una de las ruedas separaria á su vez la aguja levantando el contrapeso y la aguja no tomaria su posicion, mas que cuando la última rueda del tren hubiera pasado el cambio de la via. Sosteniendo el contrarail una de las ruedas impediria en este caso á la rueda gemela, cuyo rodete pasa entre la aguja y el rail, ocurrir á dar contra la muesca de este rail. Por último, si un tren llegando por la via única en sentido inverso, debiera continuar marchando por la misma via, seria necesario que un obrero *ad hoc*, manejase la palanca y separase la aguja de su posicion normal durante toda la duracion del paso del tren.

El punto en que se verificará este cambio no resistiria por mucho tiempo á las presiones á que se hallaba sometido, y además los convoyes, pasando para marchar en la direccion rectilínea sobre el vacío, experimentarian una sacudida; se ha colocado en este punto una segunda aguja por lo general mas corta que la primera, pero construida del mismo modo, y se ha llegado así al establecimiento de los cambios de vía de dos agujas deshiladas (fig. 22), de que ya hemos hecho mencion. Para conservar á estas agujas una fuerza suficiente, se las tuerce ligeramente partiendo del punto *a*, donde su cama encuentra la de los rails.

Se las tuerce además de manera que queden verticales cerca de su punto y quedan con la inclina-

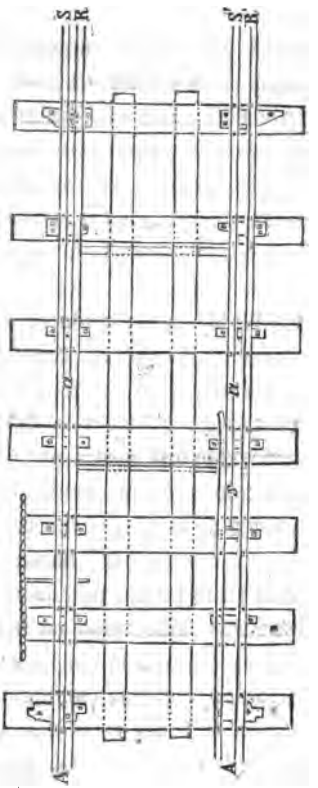


Fig. 22.

ción de 1/20, como los rails en la parte próxima al calzado.

Una importante mejora se ha introducido en los cambios de via de este sistema, por el ingeniero inglés M. Wyld.

En esta nueva disposicion representada en la fig. 23, las agujas están cortadas á bisel en sus extremidades y vienen á pasar á las camas de los rails; las ruedas, no pasando ya entónces sobre la parte mas estrecha de las agujas, no las aplastan ya como en el otro sistema, y no estando al rail esclopeado se evitan las sacudidas, lo que permite suprimir el contrarail.

En el cambio Wyld, representado en esta fig., se construyen las dos agujas de longitudes desiguales, para impedir á las ruedas de un mismo wagon meterse al mismo tiempo en dos vias diferentes. En efecto supongamos que una piedra pequeña ó cualquiera otro obstáculo que se encuentre en la via, ha impedido á la aguja de la via oblicua cerrarse completamente ó que las dos agujas se hallan en una posicion intermedia entre las dos posiciones normales, porque el mecanismo enmohecido no funciona sino imperfectamente el rodete de la una de las ruedas de la máquina colocada á la cabeza, empujando entónces por detrás la aguja de la via rectilínea, echará esta aguja á un lado, y la aguja pequeña siguiendo á la grande, vendrá á aplicarse contra el rail fijo. La rueda gemela no encontrando entónces la punta de la

aguja pequeña mas que en la primera rueda cuando haya pasado la de la grande, marchará en la via rec-

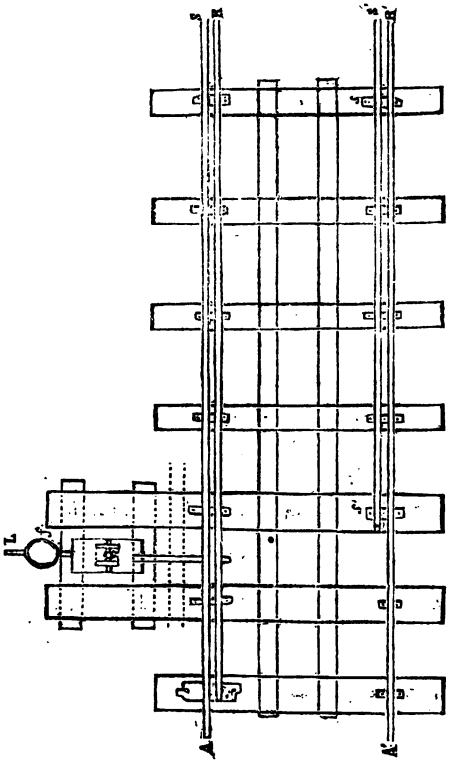


Fig. 23.

tilínea lo mismo que la otra. Si, por el contrario, las agujas fuesen de la misma longitud, las dos ruedas

al llegar al mismo tiempo frente á las puntas de las dos agujas, la una seguirá la via rectilínea y la otra la via curva.

No se pueden admitir agujas de longitud desigual mas que cuando una de las vias es recta y la otra curva. Si las dos vias son curvas é igualmente inclinadas sobre una recta, las dos agujas deben ser necesariamente de dimensiones iguales.

Hace algun tiempo que sin detenerse en el peligro que pueden presentar las dos agujas iguales, se las ha sustituido con agujas desiguales en todas las grandes líneas, que tienen la ventaja de simplificar mucho no solo la construccion sino tambien la conservacion de la via, permitiendo emplear los mismos cambios para las desviaciones á derecha é izquierda, mientrás que el antiguo sistema reclamaba el uso de dos modelos diferentes.

Las agujas del cambio de via de la tercera clase se manejan ya por medio de una palanca, ya con la palanca misma. La primera clase lleva una barra perpendicular terminada por un contrapeso. Esta barra se adapta á la palanca por medio de un eje móvil. Cuando la palanca cambia de posicion, se hace girar la barra sobre la palanca de manera que la deje pasar con su contrapeso por el lado opuesto. El contrapeso sirve entónces para sostener la palanca en su lugar cualquiera que sea su posicion.

En el otro sistema el contrapeso colocado á la extremidad de la palanca tiende á atraerla constantemente á su posicion, no pudiendo sostener se en la otra, mas que en tanto que ha sido levantada y sostenida por el obrero. Esta clase de palancas conviene siempre que no se transite sino excepcionalmente por la via alzada en el caso expresado por la citada posicion de la palanca, pero es peligrosa en este caso si el obrero llega á dejar la palanca ántes que haya pasado todo el convoy por la via, pues una parte seguirá la via oblicua y otra la rectilínea, de manera que el descarrilamiento será inevitable. La otra disposicion es mas general.

Este mecanismo se usa mas en Alemania para todos los cambios de via pasados por los trenes, completándole con una señal que indica cual es la via abierta. En los aparatos de M. Bender Wolf se nota que la señal es la misma de dia que de noche. La luz de la linterna no es visible y se envia por medio de un reverbero cónico á cada uno de los discos opuestos cuyo centro ocupa y que se hacen así visible de desde lejos; están además hechos de tal modo que se iluminan igualmente en todos sus puntos. En Hanover la señal solidaria con las agujas, se compone de discos colocados en ángulo recto y sostenidos por un pié vertical que gira con grados cuando las agujas describen su curso completo. Uno de los discos

tiene una faz blanca y la otra verde; presenta una ú otra á los trenes, segun la direccion de su marcha y la de la via abierta por las agujas : el segundo disco encarnado en sus dos faces, no debe presentar mas que sus cortes y no es visible mas que cuando las agujas no están en el fondo de la carrera é indica entónces la detencion. Por la noche se hacen las mismas señales con una linterna de luz blanca, verde ó roja.

En el camino francés del Oeste en muchos puntos, los cambios de via están dispuestos de tal manera que no pueden hacerse hasta que un disco purísimo se ha abierto preventivamente para indicar cual es la via libre.

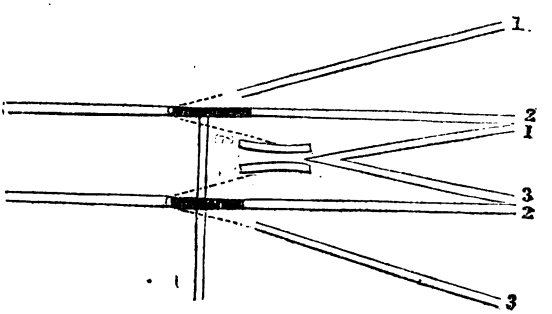


Fig. 24.

Mencionaremos tambien los cambios de via para tres ó mayor número de vias.

La fig. 24 indica bastante bien como, con un cambio de la primera clase, se pueden servir tres vias haciendo tomar á las agujas las posiciones indicadas por las cifras 1, 2, 3. Se concibe sin dificultad que con el mismo cambio de via se podian servir en caso de necesidad un número mayor.

Para servir tres vias con un cambio de agujas deshiladas se necesita emplear dos sistemas de agujas, siendo cada sistema manejado con una palanca diferente. La fig. 25, indica esta disposicion.

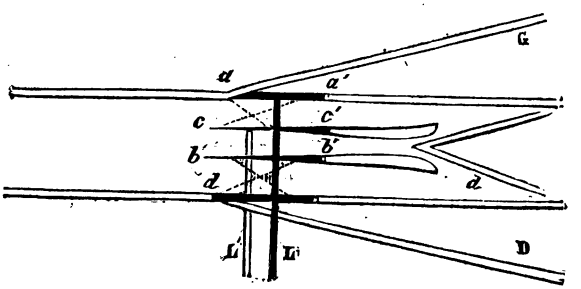


Fig. 25.

Las dos agujas *a a'*, *b b'* forman un primero sistema, y las *c c'*, *d d'* otro sistema. En la posicion ocupada por las agujas queda servida la via recta. Para servir la via G, se cambia la posicion de las agujas *a a' b b'* con la palanca L, de manera que se las haga

tomar la direccion *c a'*, *d b'*, y para servir la via D, se maniobra con ayuda de la palanca L para que las agujas *c c'*, *d d'* se dirijan segun la línea *a c'* y *b d'*.

Para fabricar las agujas de los cambios de via que trabajan mas que las otras partes de la via, se ha empleado hierro de primera calidad, que cuesta mucho mas caro que el hierro usado por lo comun en los rails fijos. Este hierro costaba en Paris á 45 francos el quintal métrico, miéntras el de los rails ordinarios no subia mas que á 28 ó 30 francos. Hacé algun tiempo se ha sustituido en el camino del Este al hierro acero, el acero *puddlé*. Este nuevo producto ofrece una gran resistencia, cuando está fabricado convenientemente, y aunque cuesta á 55 francos el quintal métrico, es ventajoso emplearlo con preferencia al hierro duro, pero deja todavía mucho que desear bajo el punto de vista de la uniformidad de calidad. Es preciso pues manifestarse muy severo para la recepcion y exigir una garantía formal del fabricante.

Se ha ensayado el acero fundido y el hierro cementado. El acero fundido es muy caro y frágil con frecuencia. Ha habido que abandonar el hierro cementado. En el camino de Lyon se usa para la fabricacion de los cambios y cruzamientos de via, rails endurecidos por medio de una liga de estaño.

Cruzamientos de vias.

Hemos dicho ya, que en el punto en que se cortan los rails de las dos vias, hay que dar paso á los rodetes de las ruedas. Para este efecto los dos rails R y S se aproximan en *a* (fig. 26), donde su separacion no es mas que de 0 m. 04, despues se encorvan para formar un contrarail. En *b*, donde se cortan las dos faces interiores de sus camas prolongadas, los dos rails reunidos forman una punta llamada corazon. Un convoy que marcha en el sentido indicado para la flecha estaria expuesto á desencarrilar si no se tomarán otras precauciones, pues sus ruedas de la izquierda podrian meterse en la ranura *a m*. Por esta razon se disponen dos contrarails curvos en la proximidad de los rails no interrumpidos; el contrarail D guia las ruedas de la derecha del tren hasta que las de la izquierda están metidas en la ranura *a n*. El contrarail D' hace lo mismo en la via R R'. Estos contrarails impiden además los descarrilamientos por efecto de las sacudidas.

Se ve que de *a* en *b* las ruedas dejan de apoyarse en el borde del rail, no entrando mas que por sus extremidades en la partes encorvadas. Este método de movimiento es anómalo y ejerce una influencia perniciosa en la conservacion del material; conviene

pues disminuir el espacio *a c* haciendo el ángulo del cruzamiento lo menos agudo posible. Por otra

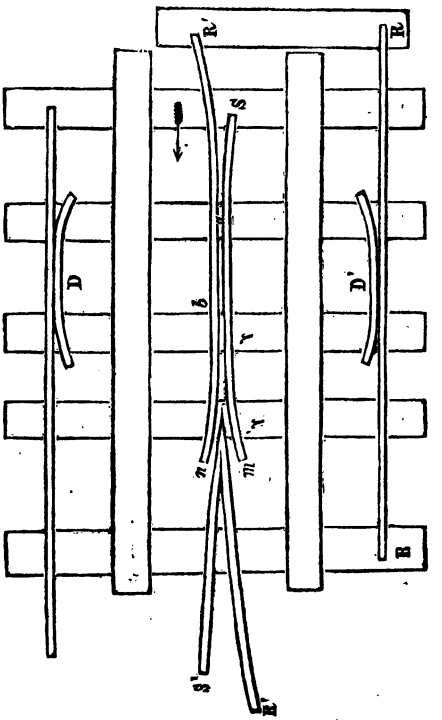


Fig. 26.

parte un ángulo muy abierto obliga á dar á las vias de las curvaturas radios pequeños. En Hannover,

se nota en los cruzamientos una gran variedad de ángulos. Importa sin embargo reducir en lo posible el número de los modelos. En los caminos del Este, se satisface á todas las exigencias con solo dos ángulos diferentes, de 5 grados y 1/2 el uno, y 7 el otro.

El deterioro de la punta y de los radios son muy rápidos. Se sostiene soldando en estas partes pedazos de acero, ó reemplazando en la fabricacion el hierro ordinario ó el bronce, como hemos indicado con el hierro aceroso ó el acero puddlé. Las láminas de acero soldado no forman nunca una pieza sólida.

Antes se empleaba el bronce en los cruzamientos, hallándose entónces interrumpidas las vias y reemplazadas en el espacio *a b e d* (fig. 27) por una placa

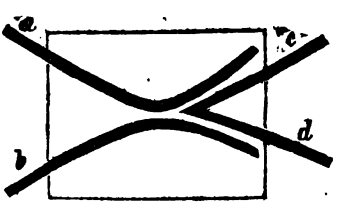


Fig. 27.

de bronce que contenia los rails y contrarails ligados por los ángulos en esta placa. Los cruzamientos de

via hechos todos de bronce se han abandonado hoy á causa de su gran fragilidad.

En Baviera, la administracion ha renunciado al hierro para volver al bronce, empleado y abandonado ya muchas veces. La punta y los contra-corazones están provistos de planchas de acero machacados. Una piedra provista de rebordes laterales sirve para fijarlos por medio de grapones á las traviesas que se deben sustituir á los largueros usados anteriormente.

En Bélgica, donde, durante veinte años, se han usado casi exclusivamente los cruzamientos de bronce, se ha decidido en estos últimos tiempos recurrir al empleo de los cruzamientos de hierro con cojinetes especiales de bronce.

Para los trabajos de terraplenes se usan cruzamientos de madera guarnecidos de platabandas de hierro.

Los corazones de los cruzamientos de via estaban compuestos, hace algunos años, de dos cabos de rail elevados, hoy se prefieren los corazones de una sola pieza. En el camino de Lyon las puntas están hechas al cortafrio con planchas de acero soldado. En el camino de Bâle á Estrasburgo se ha reemplazado el antiguo rail de cama con un rail de patin cuya punta está hecha tambien de una sola pieza. Los rails se fijan solidamente en esta pieza por medio de tabletas

y de pernos. En Inglaterra se han construido corazones de una masa de hierro.

En la mayor parte de los cruzamientos de via, las patas de liebre y el corazon se han servido de cojinetes de una forma particular.

En el camino del Norte se han suprimido los cojinetes y los cruzamientos compuestos de extremos de rails cablados en las cuñas de hierro, para mantener la separacion. Todo está fijado por medio de pernos en una platina de hierro fija en la traviesa.

En el camino de Colonia á Minden, la punta está instalada como las agujas de los cambios de via en una placa de hiladas de hierro en la que están remachadas las piezas salientes. En Hannover se ha adoptado la misma disposicion. Entre otras ventajas tiene la de ser muy cómodo para el entretenimiento, no teniendo que hacer ninguna reparacion en aquel lugar. Todo se reduce á la extraccion de los grapones que fijan la placa de asiento. Esto es á los que se llama la contrapartida del cruzamiento en piezas de recambio ensayada en algunos caminos ingleses.

En el camino de Great Northern, en Inglaterra, se han ensayado cambios y cruzamientos de via, en los que el grueso de las ruedas entra en la traviesa de la aguja y del corazon, á este efecto la aguja presenta una salida por lo bajo y en la mitad de su longitud para recibir la rueda; el corazon y la pata de liebre

están dispuestos de una manera análoga para hacer entrar al grueso en la traviesa de la punta. Al decir de los ingenieros ingleses este sistema de cambios y cruzamientos de via tendria, en la proporcion de 11 á 5, una duracion mayor que los ordinarios, colocados en las mismas condiciones.

En el camino de Newcastle á Carlisle y en Alemamania, se ha procurado suprimir la interrupcion de los rails haciendo movibles las patas de liebre. Este aparato está expuesto á desencarrilar, por lo que se prefieren generalmente las patas de liebre fijas.

Los caminos de hierro de S. German y de Versalles (orilla derecha) tienen un tronco comun de una longitud de 6 kilómetros á partir desde Paris. Exteriormente no habia en este punto mas que tres vías. Todos los trenes que partian de Paris para uno ú otro punto tomaban la de enmedio : los trenes que venian de Versalles ó S. German llegaban á Paris por las dos vias laterales.

La bifurcacion de la via única estaba en Asnieres, en un punto en que los convoyes caminan con gran rapidez. La desviacion debia ser por lo tanto muy ligera : con los aparatos ordinarios el cruzamiento que es muy agudo, hubiera presentado una interrupcion de la via que hubiera sido muy peligrosa; se le ha reemplazado con un cruzamiento móvil y un cambio de la primera clase con las agujas muy

largas. Las agujas del cambio y las del cruzamiento se manejaban simultáneamente por medio de un árbol A A fijo á lo largo de la via (fig. 28).

No habia en este caso particular ningun peligro en emplear el cambio de la primera clase, atendido á que los convoyes no marchaban por los caminos de Versalles y de S. German mas que en una sola direccion, la de Paris hácia la una ó la otra de estas ciudades. Estando mal colocadas las agujas los convoyes tomaban el camino de Versalles, en vez de tomar el de S. German y *vice versa*, pero no habia riesgo de desencarrilar.

Despues de la union de la línea del Oeste con la de Versalles (orilla derecha) y del establecimiento de la de Auteuil se han hecho dos vias de partida, y suprimiendo completamente el cambio de vias. Pensamos por lo demas que en las condiciones en que se encontraba anteriormente la bifurcacion de Asnieres, el cambio de vias de rails de móviles es preferible á los cambios de las agujas deshiladas, porque, como dice M. Conche, « las agujas han reemplazado en todas partes á los antiguos cambios de rails móviles ». Habria sin embargo cierta ventaja en conservar este sistema en las encrucijadas para la bifurcacion de la via partida. Procediendo entónces todos los trenes de un tronco comun quedaria asegurada la continuidad, aunque los rails estuviesen bien ó mal colocados,

de manera que la objecion capital contra el sistema no se aplica á este caso. Las agujas, por otra parte, son tomadas por las puntas, hecho grave para los cambios que deben ejecutarse tan pronto.

En los trabajos de terraplenes se usa un cruzamiento de via muy sencilla que merece mencionarse. Consiste en un rail comun A A (fig. 28) que tiene en

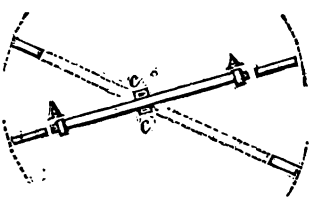


Fig. 28.

su centro y en sus dos extremidades tres cojinetes A C A. El cojinete C no está fijo mas que por una clavija que le sirve de eje de rotacion. Se concibe desde luego que basta poner el rail en una ú otra de las posiciones indicadas en la figura para abrir la una ó la otra via. Se conserva la aguja en un lujar fijando los cojinetes A A por medio de clavijas metidas en las traviesas que las sostienen.

Traviesa de via.

Cuando una via corta á otra en un ángulo mas ó menos agudo, sin llegar á curvarse con ella, disposicion llamada travesía de via, se necesita ademas de los cruzamientos, una disposicion análoga llamada corte de vias. Para evitar que un tren que marcha por una de las vias pueda pasar á la otra, se necesitan dos contrarails doblados. Si la travesía se hace en un ángulo recto ó poco menos que recto, se abren algunas veces los rails de las vias transversales y principales, de manera que permitan el paso de los rodetes de las ruedas sobre una ú otra de las extremidades de las dos vias. Es preferible no alterar la via principal, y para esto se eleva la via transversal á tal altura que los gruesos de las ruedas no encuentran la via principal.

Los cruzamientos, cortes y cambios de las vias están siempre en marcos de madera para presentar una invariabilidad de forma absoluta.

Las vias que unen los cambios á los cruzamientos están colocadas en traviesas de la manera comun, pero las longitudes de los rails y el ancho de las traviesas deben ser tales que no se toquen entre sí.

Placas giratorias.

Las placas giratorias son porciones de via móvil alrededor de un eje colocado en su centro.

Esta parte de la via móvil está por lo general fija á un platillo circular que gira sobre un eje y sobre tejos.

Supongamos en efecto dos vias V y V' cruzándose en un ángulo cualquiera. Un wagon llega á la via V

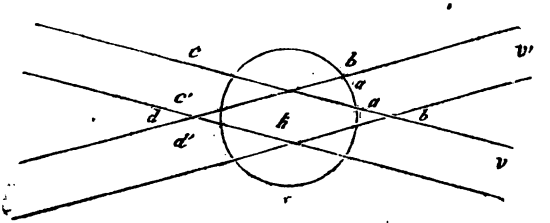


Fig. 29.

(fig. 29), necesita pasar á la via V'. Las vias V y V' están entónces interrumpidas en *a b c d* y *a' b' c' d'*. En el punto K hay un círculo trazado como centro con un radio *h a*, y el espacio contenido en este círculo está hueco hasta una profundidad de cerca 0 m. 80.

Este foso cuyos bordes están sostenidos por ciertos medios que indicaremos despues, está cubierto por un disco de madera ó de metal que descansa en el centro sobre el eje *g* (fig. 30), y hácia sus bordes en

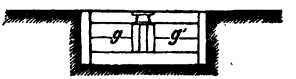


Fig. 30.

los tejos *g g*, el disco lleva un extremo de la via *a' c b d*. Se empuja el wagon de la via V sobre el disco que debe ser bastante grande para recibirle. Se hace dar al disco una media vuelta de manera que el rail *a e* tome la direccion *b e* y el rail *b d* la direccion *a' d'*, y se empuja entónces el wagon del disco sobre la via V. La misma placa girante podria servir para hacer pasar el wagon á una segunda y una tercera via. Pero nunca habria mas que una sola via continua estando interrumpidas todas las demas.

Cuando dos vias se cortan en ángulo recto, como en la fig. 31, como sucede con frecuencia, se usan algunas veces placas con dos cabos en forma de cruz.

Las dos vias son entónces continuas, pero se necesita para dar paso á los rodetes de las ruedas, dejar en los puntos de interseccion de bordes extremos de las vias vacíos que ocasionan sacudidas, siendo

esto por lo que se prefiere para el servicio de las vias principales, placas de una sola via.

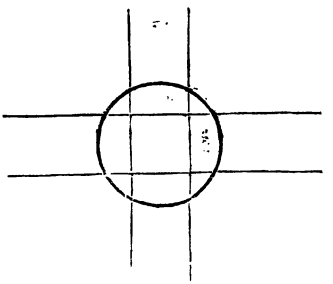


Fig. 31.

Ciertas placas de una via colocadas en las vias principales en los puntos extremos, cerca de un anden, tiene un relieve para restablecer la continuidad del anden que se ha debido entablar. Esta disposicion se encuentra en muchas estaciones de Bélgica y en el camino del Este francés.

Tambien se emplean placas girantes para pasar de una via á una via paralela. Entónces se necesita una placa en cada via, y las dos placas deben estar sumidas por un pequeño cabo de via transversal (fig. 32.)

Supongamos el vehículo en la via. Se le conduce desde esta via á la placa P; de la placa P, se le hace pasar á la P' y de la P' á la via V'.

Cuando las dos vias están demasiado próximas para que se puedan colocar las placas en una perpendi-

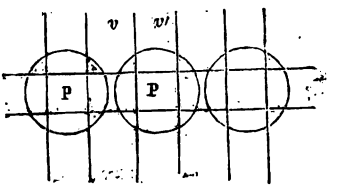


Fig. 32.

cular á un eje, se las dispone oblicuamente como en la fig. 33, y para simplificar en lo posible las maniobras, se colocan tres vias en cada una de las

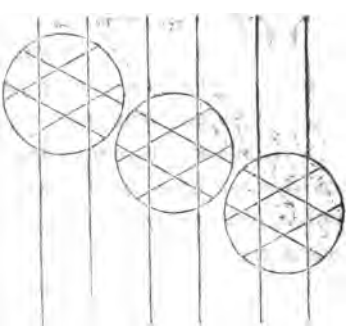


Fig. 33.

placas, formando cada una un ángulo de 120 grados.

En los terraplenes de las vias provisionales se reemplazan las placas con el aparato siguiente : se establece un pivote enmedio de la via fija al cual se une una traviesa móvil que lleve á cada una de sus extremidades, cabos de rails que saquen en punta falsa por ambos lados y cuya separacion es la misma que la de las filas de rails que componen la via fija. La longitud de estos cabos de rails está determinada por la separacion de los ejes de los wagones.

La faz inferior de la traviesa móvil está en el mismo plano que la superficie en que ruedan los rails de la via fija y se hace girar esta traviesa sobre un pivote de manera que descansen sus extremidades en los rails. Encontrándose entónces los rails móviles en la misma direccion que los rails de la via fija, pero colocados encima, se trae con ayuda de calas de madera desde la via fija á la via móvil, el wagon que se quiere cambiar de via. Despues se hace girar la traviesa móvil de manera que vengan los rails móviles sobre la nueva via que debe recibir el wagon. Por último se hace bajar, siempre con ayuda de calas, al wagon de rails móviles de la traviesa sobre los rails fijos de la nueva via.

Estudiando los planos de las estaciones se ve como se ha podido con una sola placa servir muchas vias paralelas.

Las placas girantes son variables en su diámetro. Las que no están destinadas á llevar mas que wagones de viageros ó mercancías no han tenido durante mucho tiempo en el camino del Este mas que 3 m. 40 de diámetro; pero como ha habido que aumentar la separacion de los ejes en los coches de gran ligereza para darles mas estabilidad, y en los demas coches para aumentar la longitud de las cajas, estas placas se han reemplazado en todas las partes del camino en que pasan los coches de viageros por placas de 4 m. 50. Las antiguas placas de 3 m. 40 han sido abandonadas y no se hace caso de ellas.

En general conviene preveyendo un aumento en la separacion de los ejes de los wagones ó de las locomotoras dar á las placas girantes mayor diámetro que el que parece estrictamente necesario. Resulta un pequeño aumento de gasto; por este inconveniente está muy bien compensado por la ventaja que se encuentra en poder modificar mas tarde el material rodante.

Las placas para las locomotoras del camino del Este tienen todas 6 metros de diámetro.

Ciertas placas deben llevar al mismo tiempo á la locomotora y al tender.

Las placas giratorias en un camino de hierro donde la circulacion es activa son muy numerosas. Constituyen uno de los primeros y mas considerables gas-

tos y deben por consecuencia establecerse económica y solidamente.

Vamos, despues de haber indicado las disposiciones generales, á entrar en algunos detalles sobre su construccion y describir las que se han usado en algunas líneas.

La figura 34 representa la placa de 3 m. 40 del camino de Estrasburgo. La disposicion es la misma que la de las placas de gran diámetro que se han sustituido para el servicio de gran velocidad.

Las poleas *g* de esta placa ruedan entre dos caminos de hierro circulares que han venido de la fundicion con la parte móvil y la parte fija de la placa. Estas poleas son cónicas lo mismo que los círculos de rodamiento en que se hallan; de esta manera ruedan sobre estos círculos sin que ninguno de sus puntos tenga que deslizarse. En efecto los diferentes puntos de estas poleas recorren espacios proporcionados á sus distancias del eje de la placa, si fueran cilíndricos solo rodaria un punto de la polea, todos los demas tendrian que deslizarse para llegar á la posicion que deben ocupar despues que la placa haya recorrido cierto ángulo.

Las poleas se sostienen á igual distancia del centro de la placa por sus ejes *a*, dirigidos en el sentido de los radios y fijos entre dos rodelas que cercan al encaje. Un círculo *c* une las extremidades

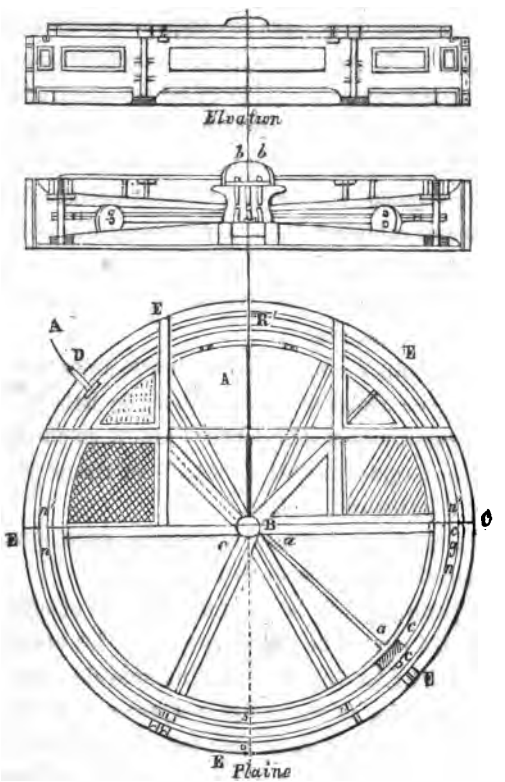


Fig. 34.

de los ejes y sostiene la separacion de las poleas entre sí.

La parte fija de la placa se compone del círculo de rodamiento R, que está compuesto de seis brazos y del encaje C; todo está unido en un solo pedazo. Los prolongamientos de los brazos sirven para fijar el curvo del recinto E, formado de seis segmentos en bronce reunidos entre sí por frenos y pernos. Estos segmentos contienen las ocho ranuras en que se fijan los extremos de los rails de las dos vias, y cuatro muescas para el cerrojo de la parte móvil de que nos ocuparemos despues.

La parte fija descansa en una base de arena que se revuelve en camas menudas despues de haberla regado; está rodeada de eslabones juntos en su parte inferior, despues sostenida en todo su ruedo por la arena revuelta con cuidado.

Esta fundacion es muy económica, dura mucho tiempo, se separa y se quita facilmente.

La parte móvil de la placa se compone principalmente del círculo de rodamiento R' de los brazos y de la yema: los brazos son en número de cuatro y están paralelos de dos en dos y separado 1 m. 50 de eje á eje, longitud de la via: los dos pares de brazos son por último perpendiculares entre sí. La yema está horadada con cuidado para recibir el pivote; está unida á las demas partes del platillo móvil por

un travesaño cuyas extremidades van á pasar á las intersecciones de los brazos principales.

Los rails de la placa descansan en estos brazos principales por medio de una pequeña hoja de madera destinada á disminuir los choques. Estos rails, para dejar pasar los rodetes de las ruedas, están formados por cuatro escuadras y cuatro barras rectas; están fijos á los brazos por medio de treinta y seis pernos que atraviesan estos brazos por otros tantos gruesos.

El pivote es de hierro, torneado en toda su longitud de manera que se deslize por la yema en suave frotacion y está provisto de un grano de acero en su parte inferior.

Se arregla su posicion con relacion al platillo móvil por medio de cuatro grandes pernos *b* cuyas tuercas se apoyan en la rodela que le sirve de cabeza. Apretando estos tornillos, se levanta el platillo móvil pues se aumenta la salida del pivote debajo del platillo.

El grano del pivote descansa en otro grano de acero, colocado en el galápago de la parte fija de la placa; una chapeta *d* permite levantar ó bajar un poco este grano.

Los intérvalos de los brazos del platillo móvil están cubiertos de placas de metal ó de un tablero de ma-

dera. La madera es mas barata que el metal y está menos expuesta á romperse que el bronce cuando desencarrila un wagon encima de la placa. Estas placas se llaman placas de cubrimiento. Una campana de cubrimiento dé bronce preserva al pivote del polvo y del barro.

Siendo bastante violentas las sacudidas que ocurren cuando un vehículo pasa por una placa en la interseccion de las dos vias, aun cuando vaya despacio, en particular con los tableros metálicos, se ha procurado disminuirlas empleando travesaños de acero en forma de meseta destinada á sostener el grueso de la rueda. Aunque estos ensayos se hallan renovados con frecuencia, no se ha generalizado el uso de estas mesetas.

El platillo móvil está provisto de un cerrojo *v* de hierro que gira alrededor de un eje horizontal. Cuando se quiere volver la placa se levanta este cerrojo, y cuando sus rails han llegado frente á la via en que se quiere colocar el wagon, se le deja caer en una de las muescas del cubo de que hemos hablado anteriormente.

En las nuevas placas se sustituye con frecuencia, el rail Brunel á las barras de hierro empleadas para llevar el vehículo y se evitan los biseles formados por la interseccion á 45 grados de los rails de la placa, forjando de una sola pieza el ángulo recto. A esta

pieza en escuadra vienen á reunirse los rails cortados horizontalmente en su longitud.

Estas placas son de un uso bastante bueno en las vias recorridas exclusivamente por los wagones, pero cuando están colocadas en las vias recorridas por las máquinas, su base se amontona, lo que produce con frecuencia la ruptura de los platillos móviles en su encuentro con los brazos y los travesaños. En los malos terrenos se dá con frecuencia mas anchura á esta base, interponiendo entre la arena y el cubo, parte fija de la placa, tablones fuertes dirigidos en el sentido de la via recorrida por las máquinas.

En muchas placas antiguas se usaban poleas de llantas redondeadas, lo que permitia emplear las de fundicion tosca. Esta forma es viciosa y ha dado lugar á un deterioro rápido de las poleas y del círculo de rodamiento, y por su falta de estabilidad á continuas confusiones en la posicion de las poleas.

Es importante que las poleas se encuentren lo mas cerca posible de la circunferencia de la placa. En muchos caminos de hierro franceses se las ha aproximado desde su orígen al centro de la placa por motivo de economía. El vacío que ha resultado para las partes exteriores del círculo de rodamiento ha ocasionado roturas frecuentes.

Hemos visto en la placa del camino de hierro de

Paris á Estrasburgo que las poleas ruedan entre dos círculos vueltos, y que los ejes solo sirven para impedirles separarse del pivote. Este método de construccion es el mas conveniente, pues no ocasiona mas que frotamientos de rotacion mucho mas débiles que los rotamientos de delizamiento, y hace por consecuencia mucho mas fácil las maniobras de la placa. Pero es trabajoso, porque obliga á voltear á los dos círculos de rotacion. En muchas líneas se usan poleas, cuyos ejes están fijos ya sobre la base, ya sobre el platillo móvil. En este caso la polea es algunas veces móvil sobre su eje. Con frecuencia está fija á este eje, que descansa entónces en los cojinetes que forman parte de la base, ó bien sostiene el platillo móvil por medio de cojinetes semejantes fijos bajo este platillo. La primera disposicion es viciosa porque hace las separaciones muy dificiles cuando con motivo del deterioro las poleas botan en sus ejes.

Las placas de estos tres sistemas son económicas, porque no tienen mas que un círculo de rotacion, pero su manejo es difícil á menos que no se dé á las poleas diámetros muy grandes, lo que obliga á aumentar la profundidad y, por consecuencia, el peso del cubo. Si, á pesar de esto, se decide usarlos, se podrá sin grande inconveniente, emplear las poleas de llantas redondeadas, siempre que esten fijas en

ejes de cierta longitud, mediante estas precauciones se desviarán con dificultad.

La placa antigua del camino de Orleans á Burdeos tenia un solo circulo de rotacion en el cual se disminuia la resistencia haciendo descansar los ejes de las poleas que sostienen el platillo móvil en otras poleas de pequeño diámetro, dándoles grandes diámetros. La altura de estas poleas se arreglaba con pernos y tuercas.

Los platillos móviles difieren poco del de la placa del camino de Estrasburgo. Cuando un diámetro excede de cuatro metros, se los hace casi siempre de dos piezas reunidas por pernos, siguiendo un diámetro paralelo al eje de las vias.

En el camino de Bristol, el platillo está cubierto de un fuerte piso de encina en el que están fijos los rails.

La parte fija de las placas rodantes presenta disposiciones mucho mas variadas.

En el camino de hierro de Birmingham, el círculo de rotacion y el cubo del circuito de las placas antiguas estaban unidos por placas de 3 m. 66 de diámetro y de dos piezas las de 4 m. 57. Los brazos y la rangua estaban adheridos por medio de pernos. El círculo de rotacion gira con mucha mas dificultad que la de costumbre, pero es muy rígido.

En los caminos de Versalles, el círculo de rotacion

de las placas antiguas era de una sola pieza de 4 metros, diámetro de la placa, estaba aislada y con pernos sobre piedras cortadas; el pivote estaba fijo y colocado en un sosten de bronce sellado en una fuerte piedra; la rangua formaba parte del platillo superior. La base era de morcillos y las paredes verticales del foso de piedra labrada. Un curvo de mazonería bastante considerable hacia la placa muy costosa. El círculo de rotacion no tenia mas que 2 m. 80 de diámetro, de donde resultaba un vacío considerable: la placa estaba en una sola via.

La antigua placa del camino de hierro de S. German era de poleas fijas cuyos ejes giraban en columnas fundidas en bronce con la parte fija. Esta era de un solo pedazo, compuesto de un cubo de recinto y de seis brazos que rodeaban alrededor de la zangua. El diámetro de esta placa no era mas que de 2 m. 30; el platillo móvil era de bronce fundido con sus placas de restablecimiento y sus rails, los que se engranaban bajo la presion de las ruedas é inutilizaban pronto la placa.

En el camino de Bristol, el círculo de la placa era de piedra, lo mismo que la base del círculo de rotacion y del pivote, que estaban aislados entre sí. Hoy se han abandonado enteramente los recintos de piedra labrada.

Las placas de 6 metros de diámetro del camino de

hierro de Paris á Estrasburgo, cuyo disco móvil hemos descrito ya, tienen un círculo de rotacion compuesto de seis segmentos provistos de patas en las cuales se unen con pernos los ocho segmentos del recinto. El círculo de rotacion está puesto en traviesas colocadas sobre la base de arena: la rangua está fija en un sosten de bronce de base ancha que descansa á su vez en un bastidor de madera.

Las placas de 4 m. 20 del camino del Norte y las de 5 metros del de Lyon están construidas poco mas ó menos como las pequeñas placas del camino de Estrasburgo, pero el platillo móvil y la parte fija están formadas de dos piezas reunidas de un solo diámetro.

En el camino de Estrasburgo á Bâle, el círculo de rotacion es una sencilla barra de hierro macizo encorvada en círculo, descansa en un cimiento de madera al que está adherida por medio de un tornillo. La rangua está asegurada con pernos en el centro de la misma madera, y, por último, el recinto del foso es de madera.

En el camino de hierro de Versalles (orilla izquierda), hay una placa rodante hecha toda de madera. Otras análogas existen en el camino de hierro de Newcastle y en Austria. Las placas de madera son muy económicas, pero no deben emplearse mas que en vias cubiertas. Las ensambladuras deben estu-

diarse y ejecutarse con mucho cuidado. Las placas de palastro, que se usan mucho en la actualidad, están formadas de una vigueta de hierro de doble T, de 16 á 18 centímetros de altura, sobre 12 ó 13 de longitud de cama y reinando en el aplomo de cada fila de rails. Hojas de palastro de un espesor medio de 6 á 7 milímetros unidos consolidan encima y debajo estos hierros en *r*, á los que están remachados lo mismo que los rails, de manera que forman un disco regular cuyo espesor varia con el diámetro de la placa.

El cubo de recinto, el círculo de rotacion, las poleas y la rangua se hacen de la manera comun, de manera que se pueda sustituir un platillo de palastro con un platillo de bronce y reciprocamente.

En Inglaterra se han establecido, hace algunos años, placas rodantes cuya disposicion presenta mucha analogía con la de las gruas.

La parte fija de estas placas, llamada de columnas, se compone de un fuerte árbol hueco de bronce, al rededor hay un círculo de hierro torneado. Este árbol fundido con un travesaño que está colocado en un macizo de argamasa ó reunido con este travesaño para las placas de gran dimension, recibe en su parte superior el grano de la zangua. El foso tiene la forma de un cono invertido y lleva en su parte superior

un coronamiento de madera con un círculo de bronce. En algunas placas, el recinto de madera tiene ademas de los sostenes poleas con ejes fijos.

El platillo móvil está formado de brazos y de un círculo exterior torneado en las placas de poleas. Este disco lleva en su centro una cubierta de bronce que rodea la columna y recibe un pivote de bala. Las extremidades de los brazos están sostenidos por cadenas que conducen hasta la base de la columna la presion que resulta del paso de una máquina ó de un wagon.

En Inglaterra, se han construido algunas placas análogas á la descrita y que permiten pesar los wagones al mismo tiempo que se los da vuelta. El disco móvil lleva en si mismo la columna, que descansa en una rangua suspendida por medio de varillas pendientes á una palanca de romana.

Este disco descansa en estado de reposo en el coronamiento de la base; se lleva el wagon sobre la placa, despues se levanta el pivote y, por consecuencia, toda la parte móvil, injectando agua entre la zangua propiamente dicha y su cubierta por medio de una bomba de presion hidráulica. El platillo móvil y la carga no descansan entónces mas que sobre el pivote; la placa es muy fácil de manejar y se obtiene por medio de la romana, el peso del wagon añadido al de la placa. Conocido el peso de esta placa se sabe

el del wagon por medio de una sencilla operacion de restar.

Las placas de columnas son muy costosas, por lo que se usan muy poco, las últimas sobretodo ocasionan reparaciones frecuentes haciendo ilusorias todas sus ventajas.

En estos últimos tiempos se han ocupado mucho de las roturas frecuentes de los brazos de las placas, y se han estudiado muchos sistemas en los que el círculo de rotacion y el travesaño de la parte móvil son de bronce, mientrás que los brazos son de hierro ó de madera y hierro. Tambien se construyen placas de grandes dimensiones todas de hierro, pero en las que los sostenes de las poleas están fijos bajo el platillo móvil.

Para dar vuelta á una locomotora con las placas de que acabamos de hablar, hay que separarla de su tender y manejar separadamente al uno y la otra. Este modo de obrar es largo, por lo que se restablece generalmente en las estaciones donde hay que volver las máquinas una placa de la dimension suficiente para recibir simultáneamente las máquinas y su tender.

El diámetro de esta clase de plaças varía entre 8 m. 50 y 12 m. 50. Un platillo construido con semejantes dimensiones por el sistema de las placas de menos diámetro seria una pieza de fundicion muy

difícil de hacerse, por lo que se ha resumido á disposiciones particulares de que vamos á decir cuatro palabras.

En el camino de Londres á Dealy existe una placa de 10 m. 70 de diámetro en la que los rails descansan en dos fuertes piezas de madera unidas entre sí por cinco cabestrillos de bronce. La del medio recibe el pivote que está dispuesto como el de las placas de 3 m. 40 del camino de hierro de Paris á Estrasburgo. La rangua está fija en un sosten de bronce aislado y colocado con pernos en la base. Los rails están sostenidos á 2 m. 50 del eje por ocho poleas móviles entre dos círculos de rotacion, de los que el uno descansa en el suelo y el otro está unido con pernos á los largueros. Un tercer círculo de rotacion de 3 m. 80 de diámetro sostiene los extremos de estos largueros por medio de cuatro poleas montadas en sostenes de bronce en forma de modillones.

Una de estas poleas puede ponerse en movimiento por medio de un manubrio y de un sistema de engranage; al dar la vuelta arrastra la placa y la carga que sostiene.

Esta placa es económica; pero los fragmentos de cok inflamado y de agua que caen continuamente de las locomotoras destruyen rapidamente los largueros.

En Francia, se han usado, durante algun tiempo,

placas todas de bronce, construidas por un modelo belga.

Esta placa tiene 8 metros de diámetro; su disco móvil se compone de cuatro largueros grandes de bronce, unidos entre sí por cierto número de cabestrillos de bronce y hierro y dos arcos de círculo de bronce, sostenidos en su centro por dos traviesas y con pernos en las extremidades de los largueros, todo está cubierto por un techo de madera de encina en el que están fijos los rails á lo largo de los largueros por medio de tornillos. El cabestrillo recibe el pivote de hierro templado que sostiene en una rangua sellada en la base. Cuatro ruedas, cuyos ejes sostienen los extremos de los largueros, ruedan sobre el círculo de fundicion torneado de cinco metros de diámetro que forma parte de la base.

Las placas de este sistema construidas en estos últimos, han sufrido algunas modificaciones. Los rails descansan directamente en los largueros. El piso de entre estos rails es de palastro.

Si ha aumentado el diámetro del círculo de rotacion para reducir los vacíos de los largueros. A pesar de esto, estos largueros se rompen con frecuencia, en particular cuando á consecuencia de deterioros ocurridos en las bases las poleas no recorren bien el círculo de rotacion.

Se han reemplazado tambien en estas placas casi

todas las piezas de bronce por otras de palastro armadas de cornijales.

Las nuevas placas de 11 m. 60 del camino de hierro del Este, placas que han dado muy buenos resultados, no difieren de la antigua placa de Derby mas que en que los postes de madera se han reemplazado con postes de hierro y cubierto la placa con un piso de madera y palastro.

Las grandes placas usadas en el camino central suizo se acercan mas todavia á esta placa inglesa. Están, como esta, enteramente descubiertas.

Las grandes placas de los caminos de Lyon, del Norte, del Oeste y de Orleans, no son mas que placas Buddicon modificadas, en las que se ha procurado transportar la mayor parte de la carga sobre el pivote.

No hemos descrito hasta aquí mas que placas de una via para las maniobras de las locomotoras y tender reunidos. Estas pueden emplearse sin inconveniente, porque no están nunca colocadas en los caminos principales; sin embargo en Alemania se han construido placas de grande dimension para dos vias.

El platillo móvil de estos aparatos se compone de un travesaño de bronce en el que están sujetos con pernos los cuatro brazos que sostienen directamente los rails, lo mismo que otros cuatro brazos interme-

dios que dividen en dos los rectores del platillo que no están ocupados por las vias. Toda la superficie comprendida entre las vias está cubierta de placas de bronce, para que no puedan alterarla las particulas de cok inflamado que caen del fogon de la máquina: el resto del tablero es por lo general de madera.

Las extremidades de los brazos están unidas por una corona de bronce.

Las poleas, en número de doce, son de llantas redondas y están fijas en un eje por medio de clavitas; sostienen la plataforma á favor de unos cojinetes sujetos con pernos en la corona y en los brazos.

El círculo de rotacion de hierro ó fundicion está fijo sobre la mazonería de los cimientos, que se componen de un macizo central en que está la rangua y de un muro anular que presenta un sobre espesor hasta el suelo de este foso.

Un círculo de bronce dentado interiormente en todo su circuito forma la cinta del coronamiento de este muro. Un sistema de manubrios y de engrenages, cuyo último móvil obra sobre esta corona dentada, está fijo en el platillo, bastando imprimir el movimiento á los manubrios para hacer girar la placa.

En la actualidad se suprimen en las grandes placas los círculos dentados fijos alrededor del foso ó en el

fondo; la reaccion de las poleas sobre un círculo unido basta para producir el movimiento.

Se han constituido por último placas para las locomotoras y tenders reunidos por el sistema de placas de columna fija. Siendo muy largos los brazos se los ha sostenido en su centro por una segunda hilera de cadenas. Ademas se las ha añadido un collar de poleas que transforman la frotacion de deslizamiento de la cubierta sobre la columna en frotamiento de rotacion. En el camino de Londres á Birminghan, una placa de este género, casi toda de madera, ocupa el centro de la magnífica cochera poligonal de Cabden.

En los caminos del Este, se ha intentado reemplazar las bases de bronce con bases de madera, y se han estudiado nuevas placas de bronce con círculos ligados independientemente de los travesaños, y con los brazos en forma de T al revés en lugar de una F derecha.

Ha habido que abandonar los cimientos de madera como demasiado expuestos á viciarse cuando la madera se pone en movimiento. La nueva forma dada á los brazos no ofrece la resistencia que el cálculo indicaba, pero hoy se funden nuevas placas con círculos independientes de los travesaños. Esta última modificacion es la única cuyas ventajas haya atestiguado la experiencia.

Impide las roturas, que se verifican siempre entre

el cruzamiento de los brazos, donde el vacio del bronce ocasiona tensiones desiguales que disminuyen la resistencia.

En resúmen, en las nuevas líneas, se han abandonado las placas de bronce para las vias principales, reemplazándolas con placas de palastro. Estas últimas sin embargo se destruyen rapidamente á consecuencia del movimiento que toman los remaches.

Se usan placas de bronce en las vias laterales, en particular para el servicio de los wagones. Se emplean las placas de madera en las cocheras cubiertas y se construyen placas de gran diámetro de palastro y de madera.

Las placas giratorias se manejan por lo comun por los mismos obreros. Sin embargo en los talleres de Epernay y de Nancy se imprime á las grandes placas el movimiento de rotacion por una pequeña máquina de vapor de la fuerza de un caballo establecida sobre la placa. Esta máquina no consume al dia mas de 100 kilógramos de cok menudo que valen en Epernay á 15 francos la cuba y se deja al cuidado de un obrero inválido. Su uso es muy ventajoso siempre que las maniobras de las placas tienen que repetirse con frecuencia.

Carros de servicio.

Para hacer pasar los coches de una via sobre vias paralelas, se pueden sustituir las placas con un carro que rueda sobre un camino de hierro perpendicular á las vias paralelas que se quieren servir. Los rails fijos en el carro se encuentran en el mismo plano que la via. El coche ó la máquina que se quiere transportar de una via á otra está colocada en este carro.

La fig. 35 representa un carro destinado á mane-

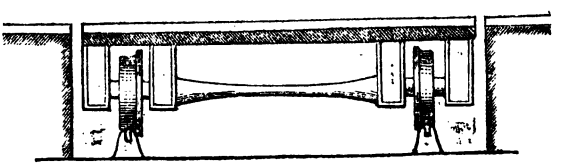


Fig. 35.

jar wagones. Los rails están fijos en una plataforma de madera que descansa por medio de cojinetes y de botes de grasa en dos ejes de á tres ruedas, la via de servicio en que marcha este carro se halla establecida en el fondo de un foso hecho en medio de las vias que se quieren servir y cuya longitud es igual á la del carro.

La profundidad del foso es con un carro de este género, igual al radio de las ruedas aumentado con la distancia del eje de los ejes á la faz superior de los rails.

Esta profundidad puede reducirse con facilidad á 20 centímetros, suspendiendo los largueros á los ejes.

Para transportar las locomotoras se emplean carros dispuestos como los anteriores, pero para facilitar las maniobras se añade á uno de los ejes por lo menos una palanca de martinete (fig. 36), por medio

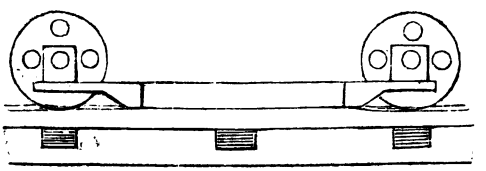


Fig. 36.

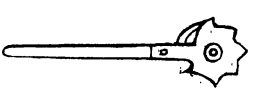


Fig. 36.

de la cual se hace dar vueltas á este eje. En las cocheras, sin embargo, donde con frecuencia se quitan las máquinas de su sitio, se prefieren las placas gi-

rantes aunque mas costosas porque son mas fáciles de manejar. Los carros se usan mucho mejor en los talleres donde se suben las máquinas.

Hace algunos años se usan en los talleres del Norte y de Oeste, en Francia, carros de servicio movidos por el vapor. A este efecto se ha colocado en el suelo del carro en el camino del Norte una pequeña máquina, que imprime el movimiento al aparato. En el camino del Oeste, se ha construido una pequeña máquina especial que pone en marcha el carro por medio de una cadena fija que descansa en el fondo del foso. Estos dos aparatos funcionan satisfactoriamente.

En el camino del Oeste, la máquina en reposo sirve para calentar un baño de potasa en que se limpian las piezas grasas que se limpiaban antes en la arena.

Se puede sin inconveniente interrumpir así las vias y abrir fosos en las cocheras ó talleres, pero no es posible cortar las vias principales. Se usan para estas vias carros de otra clase que permiten conservarlas intactas. Entre estos carros citaremos el carro llamado *hidráulico*, empleado en un principio en el camino de Bristol é imitado despues en el de S. German.

Este carro rueda en una via transversal (fig. 37), cuyo nivel está elevado algunos milímetros sobre el de las vias de partida, de llegada y de las cocheras.

Esta via transversal está interrumpida en la interseccion de los rails de las vias longitudinales. Para

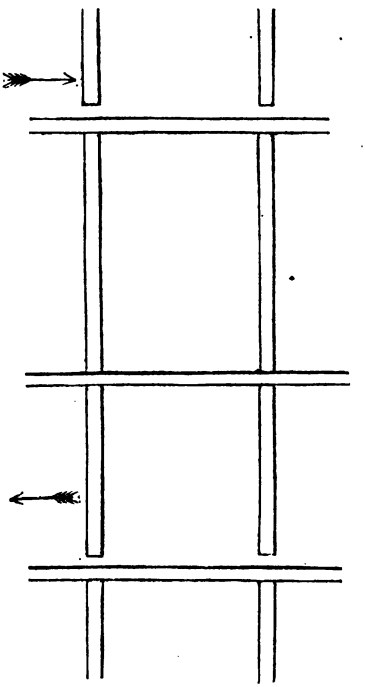


Fig. 37.

dar paso á los rodetes de las ruedas. El carro pasa rodando sobre estos vacíos sobre el reborde de sus

ruedas que descansan entónces en los rails de las vias longitudinales. Para este efecto, este reborde, en vez de redondo es liso, como en los vehículos ordinarios de los caminos de hierro.

El carro lleva un toldo lleno de bombas y de agua por cuyo medio se puede inyectar este agua en los cilindros verticales. Estos cilindros van provistos de pistones cuyo pié vertical termina en báculo. El coche rodando por una de las vias longitudinales es conducido encima del carro hidráulico de manera que sus ejes se encuentran exactamente encima de los báculos.

Los obreros que maniobran en las bombas levantan los pistones, y por medio de los báculos y los ejes todo el coche se halla elevado hasta que los gruesos de sus ruedas pueden pasar por encima de los rails; entónces hacen rodar el carro y le llevan en frente de la via á que debe transportarse el coche, dejando pasar el agua de los cilindros á las bombas y dejan así el coche en los rails de esta via.

Con el carro hidráulico no se interrumpen las vias principales; pueden reemplazar sin dificultad á las placas girantes establecidas en estas vias en las estaciones de los viageros para solo la maniobra de los wagones.

En la cochera de la estacion de Paris del camino de Lyon, existe un carro de servicio que goza de la

misma ventaja que el carro hidráulico. Es un gran cuadrado rectangular de bronce, sostenido por seis poleas, montadas en dos árboles de tres en tres.

Estas poleas ruedan en una via transversal semejante á la del carro hidráulico, pero compuesta de tres hileras de rails. En la parte inferior de los largos costados del cuadro hay dos rails de hierro liso sujetos con pernos á una pestaña hecha en la fundicion; estos rails corresponden á los de las vias principales y no están elevados mas que 4 ó 5 centímetros encima de estos últimos.

Para hacer subir ó hacer bajar á un coche de un carro, se forma un plano inclinado con una porcion de vias principales. Para este efecto los rails próximos al carro son móviles al rededor de ejes horizontales colocados á 6 metros de este carro. La extremidad de estos rails descansa en excéntricas y segun que los rails móviles ocupan una ú otra posicion, la via principal se une con la del carro ó con su propia prolongacion. Las dos escéntricas de una misma via están unidas á un árbol único que se maneja por medio de una palanca.

Aunque muy ingenioso, este sistema no se ha generalizado, porque exige para cada via dos rails móviles con un mecanismo, aparatos costosos que, en muchas circunstancias, harian el empleo de las placas girantes mas económico.

Hemos visto en la Exposicion universal de Londres y en algunas líneas inglesas carros nuevos que tienen mucha analogía con el que acabamos de describir sin ser de un precio tan elevado.

El carro de Dümms se compone de un cuadrado de palastro cuyos rails están dispuestos como los del carro del camino de Lyon. Este cuadrado descansa en doce poleas de llantas cilíndricas montadas en cuatro árboles paralelos y por un intermedio sobre seis filas de rails lisos con dos rebordes salientes formando así una gotera, cuyo fondo está á nivel de la vía principal.

Los planos inclinados que unen los rails de estas dos vías, forman parte del carro, están fijos en los lados pequeños del cuadrado por medio de visagras verticales, cuyas junturas son elizoidales. Cuando los planos inclinados están colocados en la prolongacion de los rails, sus extremidades libres descansan en estos rails; pero, si no se los atrae á los lados pequeños del cuadrado, se elevan á consecuencia de la forma particular de la visagra á una altura tal, que no impiden el movimiento de traslacion del carro. La longitud de los planos inclinados es de 1 m. 20, la altura de 0 m. 04.

En el camino del Este francés, se han suprimido los rails móviles, demasiado expuestos á descomponerse y se han cortado en bisel los rails que llevan

el carro. A pesar de la pequeña salida de estos rails sobre los de la via principal, los obreros empujan con facilidad los wagones sobre el carro de servicio.

Se emplea por último, hace algun tiempo, en el camino de hierro del Oeste francés, en la estacion de Paris, un carro del sistema de Düms, cuya disposicion nos parece superior á la de los carros precedentes.

En la extremidad de las vias de las estaciones principales, se coloca al lado de los rails una especie de contrarail. El wagon destinado á colocarse en el carro se le lleva al carril formado por el rail y el contrarail. Allí sube á un plano inclinado que le conduce al carro y se sostiene lateralmente sobre este plano inclinado por las dos salidas que forman los contrarails.

En las partes del camino en que no está interrumpida la via y en las que pasan algunas veces los wagones sin ir en el carro de servicio son móviles los contrarails, no acercándolos al rail fijo, mas que en el caso en que debe usarse el carro.

El uso de los carros de servicio, adoptado en un gran número de caminos de hierro de Alemania, se ha extendido mucho á los demas caminos de hierro.

En el camino del Este francés, un carro establecido, hace poco tiempo, en la estacion de Estrasburgo hace

muy buen servicio. Reemplaza con ventaja cuatro grandes placas giratorias.

Gruas hidráulicas.

Las gruas hidráulicas son máquinas destinadas á conducir el agua de alimentacion de las máquinas á los tenders. Antes eran todas de metal; se componian de dos cañones concéntricos verticales de los que el uno, colocado en el interior, era móvil alrededor de un eje, y llevaba en su parte superior una prolongacion horizontal en forma de cuello de grulla, que por lo comun estaba dirigida en el sentido de la via á que servia, pero que para dar el agua, debia estar dispuesta en escuadra sobre esta via.

Una sencilla manga de tela ó cuero adaptada á un tubo de fundicion colocado en lo alto de una columna fija reemplaza hoy este complicado y dispendioso aparato (fig. 38.)

Un conducto subterráneo de agua pone en comunicacion el pié de la grua con el depósito de agua de alimentacion. El caño de agua se pasa por medio de una válvula ó un tirador combinado con un tornillo. Antes un manubrio ó una simple palanca servia para detener la corriente, pero como, de este modo, se detenia bruscamente el movimiento de las aguas

en el conducto, resultaban choques que ocasionaban roturas frecuentes en este depósito.

Con estos aparatos, en cuanto la longitud del conducto llega á un centenar de metros, se necesita un

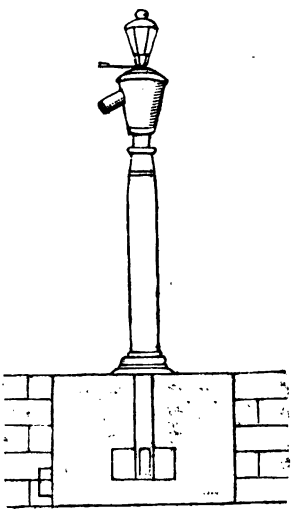


Fig. 38.

tiro bastante largo, cerca de cinco minutos para llenar un tender. En las líneas que son recorridas por trenes de gran velocidad, un aumento en esta detencion seria muy considerable. Por esto se han constituido las gruas sencillas con columnas cilíndricas

muy elevadas que contienen una cantidad suficiente de agua para llenar un tender de cerca de cinco metros cúbicos. Estos depósitos se llenan fácilmente entre el paso de los trenes; puestos en comunicacion con el tender le llenan casi instantáneamente. Por lo general están provistos de un calorífero que permite calentar el agua de alimentacion con combustibles de deshecho.

Estas gruas hidráulicas de depósito han sido empleadas por primera vez en el camino de hierro del Norte de Francia segun los planos propuestos por M. Alquié.

Señales fijas.

Se usan para indicar el estado de la via y la clase de obstáculos que podrian obstruirla, señales de diferente especie.

Las mas útiles y las empleadas con mayor frecuencia son las señales eléctricas. No describiremos aquí las de esta clase. La telegrafía eléctrica es una ciencia distinta que debe formar un tratado especial ó al menos un capítulo á parte (1). Hablaremos solo de las señales fijas, especie de telégrafos aereos colocados á la entrada de las estaciones, en los puntos de bifurcacion y en la aproximacion de los subterráneos

(1) Véase el *Manual de telegrafía eléctrica*.

para indicar al maquinista si debe continuar su marcha ó detenerse.

Las señales fijas se componen generalmente de mástiles ó de columnas con pequeño disco encarnado en su parte superior. Este disco puede girar alrededor de un eje vertical de manera que presente á los trenes su faz roja, lo que significa detencion, ó su campo, lo que indica que el camino está expedito. Las señales están compuestas algunas veces de un sistema de aletas, que colocadas en aspa indican la parada, y superpuestas permiten continuar la marcha con gran velocidad.

Por la noche el disco rojo es reemplazado con una linterna de fuego del mismo color, y las aspas por una luz verde : una luz blanca indica que el tren puede pasar con toda seguridad (fig. 39.)

Siempre se coloca un disco de señal cerca de la via ascendente y otro cerca de la via descendente. La distancia de estos discos á la estacion debe ser tanto mayor cuanto mas difícil sea detener el tren. Cuando se marcha en una velocidad que no excede de 50 á 60 kilómetros, los discos están á una distancia de 500 ó 600 metros. Cuando, con las máquinas Crampton, se obtiene una velocidad de marcha de 75 á 80 kilómetros, se colocan los discos á 800 por lo menos.

La linterna se fijaba antes en el disco que, colo-

cado paralelo á la via, presentaba á la estacion y al maquinista dos luces blancas por los cristales del costado de la linterna. Vuelta perpendicularmente á la via, el disco presentaba á la máquina su cristal rojo: esta luz anunciaba al maquinista una causa de

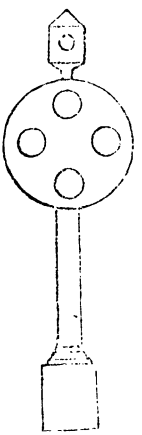


Fig. 39.

detencion; pero el movimiento de rotacion impreso al disco hácia casi siempre subir con demasiada violencia el aceite de la lámpara y se apagaba la linterna.

Para obviar este grande inconveniente, la linterna

está colocada ahora en el camino francés del Este en un aparato independiente del disco y permanece inmóvil cuando gira el disco. Todos los cristales de la linterna son blancos, el disco está provisto de un cristal rojo y lleva como apéndice un cristal azul. Este disco, paralelo á la via, indica al maquinista que está expedita; perpendicular su mismo movimiento de rotacion coloca el cristal rojo de que está provisto delante de la linterna (señal de que detenga la máquina) y separa el cristal azul. La linterna, en este caso, no presenta á la estacion mas que un cristal blanco que indica al jefe que la señal es de parada.

Se ve que con esta nueva señal la linterna no está expuesta á apagarse; que hace la señal de detencion al maquinista cuando el disco está perpendicular á la via y que el color azul ó blanco de la luz que dá á la estacion indica bien la posicion del disco.

El manejo de las señales se hace desde lejos por medio de palancas y de tres alambres. La comunicacion del movimiento en el aparato que acabamos de describir y que es conocido con el nombre de disco Batalla, se verifica de la manera siguiente. En la parte inferior del árbol de hierro hay una escuadra del mismo metal. Uno de los brazos de esta escuadra se comunica con el hilo de la maniobra; el otro brazo, mas largo que el anterior, está provisto de

un pesado contrapeso cuyo objeto es, en el momento en que se quita el disco, atraer el hilo y hacer volver al platillo.

Las variaciones de temperatura ejercen una influencia muy grande en la longitud del hilo del aparato, en la mayor parte de ellos se puede acortar ó alargar el hilo, y de consiguiente arreglar la tension por medio de cadenas colocadas á la extremidad del hilo que se atan á la palanca del aparato. Se varia la longitud del hilo acortando la cadena por uno ó mas de sus eslabones. Este medio es imperfecto y con frecuencia el hilo, no estando bien dispuesto, no ha podido hacer dar al disco la vuelta entera y aun con frecuencia ni le ha meneado.

Se han reemplazado las cadenas por tendederos de tornillo, pero se llenan de polvo, lo que hace difícil las maniobras y no tienen siempre la suficiente dilatacion para poder vencer los efectos de la contraccion del alambre.

Los discos, en el sistema que acabamos de describir, tienen tambien otro inconveniente, el de bambolear y apagar algunas veces la linterna.

Se han imaginado, para facilitar el manejo de estos aparatos, diferentes disposiciones de que vamos á ocuparnos.

En el camino de Lyon, la palanca del aparato que tiene 1 m. 130 de longitud, lleva en su parte inferior

un pequeño brazo de 0 m. 387 de longitud formando con el anterior un ángulo agudo muy abierto.

En la extremidad del brazo pequeño se fija por medio de una tuerca á tornillo un anillo cuyo ojo está perpendicular al eje de la palanca. Por este anillo, que es de una forma particular, pasa la cadena que es la prolongacion del alambre que sirve para la maniobra del disco. Esta cadena lleva en su extremidad un peso que se carga á voluntad para estirar el alambre que rueda dos poleas colocadas delante de la palanca.

Cuando se quiere hacer maniobrar al disco, se revuelve la palanca sobre sí misma. El anillo de que hemos hablado se halla levantado entónces y enredado en uno de los eslabones de la cadena que saca sin esfuerzo, puesto que el peso, bajando al foso, obra al mismo tiempo y continua teniendo el alambre tendido. A la extremidad opuesta del alambre, al pié del disco hay una escuadra y un peso con el objeto de volver el disco y de atraer el alambre.

Existe otro sistema de palanca que se parece mucho superior al anterior. Su inventor M. Penet, le ha llamado, sistema de palanca de manejo del disco de dilatacion libre.

Este aparato está compuesto : 1.º de una palanca; 2.º de una escuadra de hierro que lleva en la extremidad de su brazo mayor un peso capaz de vencer la

inercia del alambre que se halla fijo en un ojo abierto á la extremidad del brazo pequeño.

Esta escuadra está montada en una palanca, y rueda libremente sobre su eje á algunos centímetros mas alta del centro de rotacion de la palanca. Quitando la palanca de su lugar para hacer moverse al disco no hace mas que alargar ó acortar el alambre en la longitud de su extension. El alambre está tendido entónces, puesto que una fuerza constante obra sobre sus dos extremidades.

En el camino del Oeste y en los nuevos discos construidos para el camino del Este, se emplea un aparato inventado por M. Robert, para combatir los efectos de la dilatacion del alambre. Este aparato se compone: de un tambor al que se rodea una cadena, á cuya extremidad hay colocado un contrapeso que tiene al alambre en una tension constante; de una tapa en la que están montados los frascos y que sirve para cerrar el hilo en que baja un peso con el objeto de tener el alambre estirado; de una rueda dentada, y por último de una palanca.

La rueda dentada está adaptada al tambor y gira libremente alrededor de un eje, en el que está montada una palanca articulada en el sentido longitudinal y transversal: esta palanca está provista de un reborde destinado á engancharse en uno de los dientes de la rueda fija del tambor y á imprimirle un

movimiento de avance hácia atrás, ó de atraso hácia adelante.

Cuando está expedita la via, la palanca movida transversalmente y suelto el reborde, el diente de la rueda en que este está enganchado la deja libre y en estado de seguir los efectos de la tension del alambre.

Si, por el contrario, debe detenerse el disco, se imprime á la palanca un ligero movimiento de derecha á izquierda á fin de enganchar el diente en el reborde de la rueda correspondiente, y se saca entónces la palanca que hace girar la señal.

El aparato Goubet está dispuesto de la manera siguiente.

En este sistema, el movimiento se comunica al disco por medio de dos alambres. Empleando uno de los alambres para borrar el disco, se usa el otro para detenerle.

Ambos están unidos por una de sus extremidades á distintas palancas, con cuya ayuda se maneja el disco. Estas palancas tienen el nombre de manecillas. Las dos manecillas deben formar cierto ángulo entre sí, de manera que cuando la una esté hácia atrás, quede la otra hácia adelante.

Al pié del árbol del disco, los alambres pasan sobre dos poleas verticales y quedan verticales, despues están unidos á dos palancas inclinadas en el

horizonte. Estas palancas se enganchan con ayuda de camas con un árbol, cuyo eje es horizontal, la palanca está debajo. El árbol lleva una polea en la que se enreda una cadena con un peso que se sube cuando se quiere. Termina por último por una rueda de ángulo engranada con un piñon que hace dar vueltas á un manguito alrededor de un árbol fijo. El disco se encuentra en lo alto de este manguito.

Tirando hácia sí la manecilla echada hácia delante, se desengancha la palanca que se baja. El árbol, atraido por el peso, dá vueltas y hace dentar al disco. La palanca se levanta. El alambre, adherido á esta palanca, se estira en sentido contrario del hilo unido á la palanca, y la segunda manecilla cae hácia adelante, cuando la primera va hácia atrás.

Como las camas están en ángulo recto, el árbol anda un cuarto de círculo, cuando se baja una de las palancas, y tres cuartos cuando se baja la otra. Las dos palancas no pueden moverse independiente la una de la otra, un mecanismo especial, compuesto de dos varillas verticales y de una pequeña biela que los une y los hace solidarios, y un sistema particular de detencion se ha aplicado á las manecillas á fin de hacer la evolucion del disco imposible, excepto para el encargado de su manejo. No se podria quitar de un sitio las palancas y manejar así el disco sacando uno de los alambres con la mano, pues bajando una

de las palancas, habria que levantar la otra, se ejerceria de este modo en el segundo alambre sin esfuerzo de traccion que no podria quitarle de su lugar, pues que está adherido á una manecilla que se halla fija si no se opera sobre la otra manecilla.

La linterna está fija al manguito que sostiene el disco. La luz es fija, pero el armazon de los cristales, unido por medio de varillas á este manguito, gira con el disco.

Mostrándose el lado rojo del disco á través de la via, es tambien el cristal rojo el que distingue el maquinista, siendo por el contrario un cristal blanco cuando está vuelto el disco.

Lo que caracteriza por último el aparato Goubet es que, siempre que se pone la señal de detencion, se coloca un petardo en el rail y asegura la marcha del tren.

Este petardo es muy útil en tiempo de nieblas, ó en el caso en que se apagase la lámpara.

En el camino de hierro del Este, no se usa el petardo mas que en tiempo de nieblas.

El disco y la linterna del aparato Bara no difieren en nada del aparato que hemos descrito en un principio. La modificacion hecha por M. Bara, con el objeto de hacer mas segura la evolucion, consiste en la adjuncion de un cono móvil, que pasa delante del disco para hacerle funcionar. Este cono

se mueve sobre dos rodillas que descansan en dos cabos de rails y es sostenido lateralmente por otras dos ruedas : todo está armado de un espigon colocado verticalmente en medio del cono. Este espigon debe, segun las circunstancias, ir á apoyarse á uno de los brazos de un áncora colocada en la parte inferior del árbol del disco y hacerle girar en un sentido ó en otro segun que el cono va hácia adelante en cuando se tira de él, ó se vuelve cuando se suelta el alamdre que le detenia.

Para facilitar el regreso del cono, que no se podria hacer retroceder, puesto que el aparato no tiene mas que un alambre, se ha añadido un peso suspendido á una cadena que rueda sobre una polea vertical. La evolucion se hace entónces por medio de una cabria, y si llegará á romperse el alambre, el cono, arrastrando por el peso que le guia, vendria inmediatamente á cerrar la via.

A pesar de las diferencias de la longitud del hilo, la carrera del cono está regulada de modo que sostiene siempre el alambre extendido y hace funcionar el aparato, y si llegara á manifestarse cualquier desórden, el aparato cerraria en el acto la via.

El movimiento de rotacion impreso al disco Rousseau proviene de un alambre continuo ó de un hilo sin fin que rueda entre dos poleas verticales ; la una es manejada por el empleado de la estacion y la otra,

que está colocada en la parte inferior del poste del disco, imprime el movimiento al árbol del platillo. La primera de estas poleas tiene 0 m. 50 de diámetro, y es manejada por medio de una palanca de cerrojo semejante á la de los cambios de marcha de las máquinas locomotoras. La segunda está armada de ocho clavijas triangulares colocadas en su faz exterior. Estas clavijas triangulares tienen por objeto enganchar un fiador montado en la palanca que imprime el movimiento al árbol del mastil de la señal. Este fiador que puede separarse de su lugar hasta cierto punto sin ejercer presion en el árbol del disco, está formado en forma de hierro de lanza. El ángulo formado por los dos costados de esta pieza es tal que la polea puede dar una parte de su vuelta alrededor de su eje, segun los efectos de la temperatura sin encontrar la extremidad de este espigon y, por consecuencia, sin mover la señal.

La pequeña palanca en que está colocada esta espiga hace girar al árbol del disco por medio de un estribo de collar montado sobre este árbol.

Hay dos discos repetidores establecidos en la proximidad de la rueda de la evolucion. Se pone en movimiento por medio de dos correderas de palastro provistas de pitones que tienen la forma y las dimensiones de un sector adaptado al mastil de la señal en el que se engancha. Un contrapeso adaptado

á los dos repetidores por una cadena doble, permite asegurarse del efecto útil producido en el disco por la fuerza de traccion. Impide ademas funcionar á uno de estos repetidores cuando los alambres se hallan en mal estado de conservacion é indica que el aparato necesita limpiarse. Un alambre de 0 m. 15 basta á la rueda motriz para hacer girar al gran disco mientras que necesita uno 0 m. 40 para imprimir el movimiento á uno de los discos repetidores. Este disco repetidor no funciona mas que cuando el disco principal ha cambiado de lugar.

La linterna está fija en una parte de madera que contiene el árbol del disco y es, por consecuencia, inmóvil. En el momento de poner la señal de detencion, una escuadra vertical fijada en el árbol del platillo, hace subir un tronco que sostiene un diafragma provisto de un cristal rojo que se interpone entre el ojo y la luz. Un petardo señal va como en el aparato Goubet, á colocarse en la via, cuando está corriente el disco.

El disco Rousseau presenta las ventajas siguientes: puede manejarse á cualquier distancia: la posicion del disco principal se marca con seguridad en el disco repetidor: ejecutándose la maniobra sin que haya choque, la linterna no está expuesta á romperse.

En muchas de nuestras grandes líneas, se ha colo-

cado, á ejemplo del camino de Lyon, cerca de la oficina del gefe de la estacion un aparato eléctrico que pone en movimiento un sistema de campanas durante todo el tiempo que el disco marca la detencion.

M. Marqfuy, discípulo de la Escuela politécnica é inspector de Télégrafo, es autor de un disco eléctrico perfeccionado que repite las señales en las estaciones. Este disco es digno, bajo todos aspectos de la atencion de los ingenieros, pero como no se ha empleado apenas todavía nos abstendremos de describirle.

En Alemania, por último, en algunos caminos como los de Breslau, Anhalt y de Namur á Cassel, con el objeto de hacer conocer al maquinista, desde lo mas lejos posible, las señales que indican la via expedita, el retardo y la detencion, se ha añadido á la disposicion de los mástiles un gran globo pintado de encarnado, que se desliza por una varilla y que se fija arriba, al medio ó abajo, segun se quiere hacer una de las tres señales locales.

Los aparatos descritos anteriormente están todos manejados por hombres. Nos falta describir los aparatos automotores, es decir los que son manejados por la misma máquina, en el momento en que pasa delante del aparato.

De este número son los aparatos Limonse y Baranowsky.

El disco Limonse se compone de dos alambres y un contrapeso. Se pone en movimiento el tren en marcha por medio de una tecla.

El rodete de la rueda al apoyarse en la tecla, pone en movimiento un sistema de fiador que retenia el disco borrado. Un contrapeso hace entónces girar el platillo y pone el disco encarnado. Por medio de dos cabrias se puede, desde la estacion, cambiar el disco; la extremidad de los alambres está provista de dos pequeños pesos que tienen por objeto tenerlos tendidos y evitar así los efectos de la dilatacion, é indicar segun su posicion la del disco.

El disco y la linterna no difieren de los del aparato Batalla.

La maniobra del disco Baranowsky está fundada en la incomprensibilidad de los líquidos. Esta maniobra se verifica por medio de un piston de un alambre y de un sistema de palancas, como vamos á explicar.

El piston corre en un cilindro lleno de mercurio. Está formado de dos partes, la una interior cónica con un agujero que le atraviesa en toda su altura, y la otra exterior que envuelve la parte cónica. Puede considerarse la primera como una verdadera válvula, cuando el disco está borrado, el piston se halla en lo bajo de su carrera y está cubierto de mercurio. Presentándose el tren delante de la señal, el grueso de la

primera rueda de la máquina va á encontrar un contrarail de madera provisto de un cornijal de hierro en contacto por un solo punto con el rail de la via y le rechaza bruscamente. El movimiento se transmite por medio de una escuadra al alambre que hace girar el disco encarnado y levanta el peso que cargaba anteriormente en el piston. Aligerado así, el piston es arrastrado por los contrapesos que le hacen subir á lo alto de su carrera siguiendo al peso. La válvula, abandonada entónces á sí misma, baja en virtud de la gravedad y de la carga de mercurio, de una pequeña altura, y el mercurio, cayendo sobre el piston, le vuelve al fondo del cilindro. Obrando el peso de nuevo sobre el piston, le hace bajar, provocando la ascension del mercurio por el tubo inferior con mayor ó menor viveza, segun que su orificio superior, regulado por una llave, es mayor ó menor. El disco permanece rojo todo el tiempo que baja el piston y hasta que ha recobrado su posicion. Se pueden cerrar así las vias durante un tiempo mas ó menos largo, tiempo que puede regularse por el que debe transcurrir entre el paso de los dos trenes.

En el camino de hierro del Norte, se emplea para marcar el tiempo transcurrido entre el paso de dos trenes un aparato que funciona muy bien hace algun tiempo.

Este aparato se compone de un sistema de palancas

y de un porte con un cuadrante encima, detrás del cual hay una máquina de relojería que puede andar durante media hora. Una sola aguja indica el tiempo transcurrido desde el paso del último tren. En su centro se halla un contrarail articulado y colocado frente á la señal. Este contrarail, alejándose bruscamente al paso del tren, baja la señal. En este momento un peso que está superpuesto desciende tambien y hace girar á una pequeña cabria á la que están unidas las pesas de la máquina de relojería y la sube. La aguja, que habia recorrido toda ó casi toda su carrera, dá una vuelta y vuelve al punto de partida (céro en el cuadrante). Ademas de este indicador se ha adaptado al aparato un juego de campanas movido por el mismo pédalo. Estas campanas ó muelles funcionan durante cinco minutos despues del paso de cada tren.

Despues de haber descrito los diferentes sistemas de discos empleados, nos resta indicar cuales son sus ventajas y cuales son sus inconvenientes.

Entre los sistemas de palanca usados para obtener una tension constante del alambre que sirve para poner en movimiento el disco Batalla, el que lleva el nombre de sistema Robert y la palanca de anillo del camino de Lyon parecen de la misma eficacia.

El disco Bara es una disposicion bastante sencilla. Se le ha ensayado en el camino de hierro del Este en la estacion de la Villette, pero en muy malas con-

diciones. Se confia poco en un movimiento obtenido por medio de una manivela, se mira como mas seguro y rápido el empleo de una palanca.

Se han colocado muchos discos Rousseau en los caminos de Nancy á Metz y de Nancy á Épinal, y han dado buenos resultados.

En Noveaut, en el camino de Nancy á Metz, el disco está á 2,000 metros de la estacion y ha funcionado siempre bien.

Los experimentos hechos por M. Marmolin, constructor de puentes y calzadas, han probado que mediante una prolongacion del alambre de 1 m. 80 con una carrera en la palanca de 1 m. 15, y en una distancia de 2,000 metros, se verificaba sin dificultad el movimiento.

El sistema Goubet se ha empleado con un número bastante grande de discos en el camino de hierro de Mulhouse. No dá todavía resultados satisfactorios, pero se espera obtenerlas cuando los gefes de la estacion conozcan mejor su manejo. Se dice que es complicado y su inventador trata de simplificarle.

Los discos Limonse y Baranowsky tienen el defecto de todos los aparatos automotores, todos pueden descomponerse, y están expuestos á serlo por los mal intencionados. Si deja de funcionar, nadie es responsable y los percances son inevitables. Añadiremos sin embargo que durante tres años consecutivos, el

disco Limonse, establecido en la estacion de Chateau-Thierry, ha funcionado bien siempre. En cuanto al disco Baranowsky no se ha establecido hasta hace muy poco tiempo en et camino de S. German.

Los tembladores eléctricos han dado buenos resultados en el camino de Lyon.

Cuando las vias son rectilíneas á los alrededores de las estaciones, el gefe de la estacion puede asegurarse siempre de si el disco funciona bien, pero en las estaciones de curvas, no puede así con frecuencia.

En este caso se han establecido discos repetidores á la vista del gefe de la estacion, ó se han adoptado otras disposiciones para indicar la posicion de la señal, como, por ejemplo, las palancas en cruz de M. Goubert, pero desgraciadamente no se ha hallado hasta ahora ningun medio de indicar el estado de las lámparas que no se pueden distinguir, y por desgracia estas lámparas se apagan algunas veces sobre todo en los tiempos de fuertes heladas. Se ha presentado un aparato eléctrico que tiene por objeto llenar este vacío, pero este aparato, aunque muy ingenioso, no ha recibido la sancion de la experiencia. Se han ensayado por último en el camino del Este aceites de Esquita, cuya principal ventaja consistia, á lo que parece, en permanecer en estado líquido en todas las temperaturas.

Estaciones.

Su disposicion no ejerce menor influencia en el servicio que su extension.

Las estaciones deben contener:

1.º Ademas de las vias principales del camino de que parten y á que llegan los convoyes de servicio para las maniobras de las locomotoras y para su regreso y el de los coches. Estas vias son en mayor ó menor número, segun la mayor ó menor actividad y segun la naturaleza del movimiento en el camino de hierro.

2.º De edificios que contengan los despachos de billetes, los salones de descanso, las salas para el depósito de bagajes á la partida y á la llegada y otros accesorios.

3.º De edificios especiales para guardar las locomotoras y los coches.

4. De depósitos de agua y de gruas hidráulicas para la alimentacion de las máquinas locomotoras.

5.º En las grandes líneas hay siempre en la parte de la estacion consagrada al servicio de los viajeros, edificios para el servicio de las mercancías de gran velocidad, llamadas mensajería.

Contienen ademas con mucha frecuencia las oficinas

de la administracion de la compañía, y algunas veces talleres de separacion mas ó menos considerables, con almacenes y lo demas á ellos pertenecientes.

Por último, cuando lo exige el servicio de las mercancías, las estaciones extremas contienen grandes edificios y otras dependencias propias del servicio, colocadas por lo comun en un terreno especial enteramente distinto del en que están situados los locales afectos al servicio de viageros y de las mercancías de gran velocidad.

Los coches que conducen los viageros al camino de hierro, ó que los traen, pasan en algunas líneas fuera de la estacion. En las líneas ultimamente construidas se ha reservado en el interior de las estaciones un espacio destinado á los coches que traen los viageros y que los llevan. Estos patios son nuevas dependencias de la estacion.

Es necesario tambien reservar patios de un fácil acceso para el servicio de las mercancías de gran velocidad.

El espacio ocupado por las vias, los edificios, las cuadras ó los patios, es tan variable como el movimiento de cada línea.

Se pueden dividir, para facilitar la explicacion, las estaciones en dos partes que en realidad no están separadas por ninguna línea de demarcacion y forman por consecuencia un solo conjunto:

1.º La parte dedicada especialmente al servicio de los viajeros y á la carga de las sillas de posta (excepcion hecha de un pequeño número de casos particulares) con los patios ó cocheras que dependen inmediatamente de ellos, y los edificios que contienen las oficinas, los salones, almacenes, etc., parte que en los caminos ingleses ó franceses, está siempre rodeada de aceras.

2.º La parte situada al otro lado de estas aceras de los viageros y donde se encuentran los cambios de via, depósitos, edificios especiales para encerrar los wagones ó locomotoras, talleres, almacenes, salas cubiertas y dependencias necesarias para el servicio de las mercancías.

En los caminos ingleses y franceses las vias que están á lo largo de las aceras que reciben los viageros á la salida ó á la llegada, están siempre cubiertas, lo mismo que las aceras y las vias intermedias. Esta precaucion se extiende en Inglaterra al espacio donde paran los coches que traen y llevan á los viajeros.

Creemos indispensable cubrir las aceras y las vias de entre las aceras, no solo por comodidad de los viajeros, sino para la conservacion del material que hay que dejar estacionado en las vias.

Los edificios que contienen los salones de descanso están colocados al lado de las aceras, de manera que

puedan los viageros, al salir de ellos, entrar en los wagones sin sufrir las injurias del tiempo.

Siempre que sea posible se debe hacer bajar á los viajeros del coche ó hacerlos subir á él á cubierto.

El servicio de las mercancías en todas las estaciones nuevas inglesas ó francesas, se hace en un sitio enteramente distinto del que está destinado á los viajeros.

Las vias principales del servicio para las mercancías se destacan entónces á una pequeña distancia de la estacion ó en la estacion misma, de las del servicio de viajeros.

Los edificios que encierran los salones de descanso, los despachos de billetes ó los de recepcion de las mercancías están situados ya á un lado de las vias, ya á la extremidad, á través ó en medio. Otras veces los salones de descanso y los despachos de billetes están colocados en edificios distintos.

Por lo general los convoyes parten siempre por la misma via que es la via de partida, y llegan siempre tambien por la otra, que es la via de llegada.

Estas dos vias, separadas por las vias de las cocheras, están rodeadas la una de la acera de partida, la otra por la acera de llegada.

Algunas veces sin embargo la acera de partida y la acera de llegada están contiguas y una sola y única

acera sirve al mismo tiempo para la partida y para la llegada.

Por último sucede tambien que las mismas vias y las mismas aceras sirven alternativamente para la partida y para la llegada.

Cuando los convoyes llegan y parten siempre por la misma via es preciso hacer pasar las wagones á cada viaje, de la via de llegada á la via de partida. Esta maniobra se hace por lo comun con máquinas locomotoras, por medio de cambios de via. Algunas veces los wagones pasan tambien de una via á otra por medio de placas giratorias.

De cualquier modo que esten colocados los salones de descanso y el despacho, es conveniente que haya al lado de la partida, lo mismo que al lado de la llegada, un patio cerrado por una reja.

Hemos visto que se colocan siempre á la extremidad de las aceras de partida y de llegada de los viajeros, una culera de ruedas giratorias. Cuando estas placas están en línea recta hay que aumentar mucho la separacion de la via.

Tambien se pueden hacer converger los ejes de todas las vias hácia el centro de una placa única. En este caso hay que encorvar las vias á la proximidad de las placas, y si entónces no se pueden usar mas que ruedas de un pequeño diámetro, resultará de

esta curvatura un grande trabajo para los empleados.

Se deja algunas veces de colocar los llamadores á la extremidad de las estaciones, pero son sin embargo indispensables sobre todó cuando están en frente los salones de descanso.

En la segunda parte de la estacion se encuentran siempre los cambios de via, las cocheras de las locomotoras, y algunas sino todas las de los wagones. Los almacenes de cok y los depósitos con las gruas hidráulicas y algunas veces los talleres de reparacion mas ó menos vastos y los edificios para el servicio de las mercancías.

Los cambios de via, en un camino de dos vias, deben estar colocados de manera que los convoyes que marchan en una misma via y en una misma direccion, no encuentren nunca la punta de las agujas y, por consecuencia, no puedan entrar en el cambio de via mas que del revés. Se ha prescindido sin embargo algunas veces de esta regla ya porque á ello haya obligado la naturaleza de servicio, ya porque se la haya dado poca importancia, pues los convoyes no deben marchar en las estaciones de los extremos de la línea sino con pequeña velocidad y, por consecuencia, pueden cambiar de via sin gran peligro.

Tambien se deben hacer entrar siempre los convoyes en las estaciones de mercancías del revés. La

maniobra de estos convoyes es entónces un poco mas difícil, pero el servicio es mucho menos peligroso.

Las vias de llegada y partida deben estar siempre reunidas por un cambio de via. Las vias de las cocheras deben comunicar tambien directa ó indirectamente con las vias de partida ó llegada por los cambios de via.

Se emplea con ventaja para disminuir la extension y la complicacion de las vias y la longitud de las estaciones, el cambio de via de tres agujas.

Las vias y edificios para el servicio de los viajeros, de las mercancías, de los talleres y de la alimentacion ó limpieza de las locomotoras deben formar, en la estacion, siempre que sea posible, grupos enteramente distintos.

Las cocheras de las locomotoras, lo mismo que los talleres, cuando sea fácil la eleccion, deben estar situados al lado de la via de partida menos peligrosa de atravesar que la de llegada, porque las máquinas se manifiestan en ella menos inopinadamente que en la última. Conviene reunirlas, si se puede, á un mismo lado, para evitar el paso demasiado frecuente á través de las vias principales.

Importa que los grandes depósitos de agua para la alimentacion de las locomotoras estén en comunicacion con todos los edificios para poder, en caso de incendio, utilizarlos instantáneamente.

Las estaciones colocadas en los extremos de las líneas deben tener :

Un vestibulo mas ó menos grande.

Despachos de billetes para los viajeros.

Otro para la recepcion de los bagajes y un salon para el servicio de los bagajes de partida.

Una ó muchas salas para la visita de los empleados de puertas y aduanas.

Una oficina para recepcion de las mercancías transportadas con los viajeros en trenes de gran velocidad y un salon para depositarlos.

Un salon para el depósito de estas mercancías á su llegada y una oficina para su distribucion.

Una oficina para las reclamaciones de los objetos perdidos y una sala para depositarlos.

Una oficina para la correspondencia.

Un local para el telégrafo.

Un local para el servicio del correo.

Una ó muchas salas de descanso mas ó menos grandes con sus dependencias.

Salas ú oficinas para el gefe de la estacion, para los subalternos, y los guardas y dependientes.

Un gabinete para el médico.

Una fábrica de lámparas.

Un local para preparar las estufillas.

Un gabinete para los efectos que acostumbran á llevar consigo los viajeros.

Cubetas urinarias y letrinas.

Las oficinas de la administracion comprendidas en ellas las del ingeniero gefe.

La habitacion del director de la explotacion y las de ciertos empleados superiores, como el gefe del movimiento y el gefe de la estacion, etc.

Composicion y disposicion de las cocheras.

Las cocheras son de dos clases : las de los wagones y las de las locomotoras.

Las primeras consisten con frecuencia en sencillos sotechados que contienen los talleres para la conservacion de la carpintería, la sillería y la pintura.

Las partes de estas cocheras, consagradas á la pintura de los wagones, deben estar bien aireadas y con luz suficiente.

Las cocheras de los wagones son algunas veces de dos piezas, hallándose en el segundo el taller de los pintores.

Los coches se suben al piso superior por medio de máquinas. Los wagones en las cocheras pasan de una via á otra ya por medio de ruedas giratorias, ya con carros de servicio.

Cochera de las locomotoras.

Como las cocheras de las locomotoras sirven con

frecuencia de talleres para las reparaciones pequeñas, deben estar construidas con mas cuidado que las de los wagones.

En las líneas modernas se usan cocheras poligonales ó rotondas, semirotondas, de herraduras, rectangulares con placas establecidas en el exterior y por último rectangulares con un carreton en lugar de placas para el manejo de las locomotoras.

En las cocheras poligonales todas las vias convergen al centro. Una rueda giratoria colocada en medio sirve para las maniobras.

El número de vias de la cochera debe estar en relacion con el diámetro de la placa, y esto es uno de los inconvenientes de las cocheras poligonales; así este número en las antiguas cocheras poligonales con placas pequeñas era de 12. Pero como hay que dejar una de estas vias al menos enteramente libre, para que sirva para el paso de las locomotoras al entrar y salir, la cochera no contenia mas que 11 máquinas. En las nuevas cocheras con placas de gran diámetro, el número de las vias es de 16, y como se dejan dos libres, la una para la entrada y la otra para la salida de las locomotoras, ó la una para la salida por un lado y la otra para la entrada por el opuesto, el número de las locomotoras encerradas no es mas que de 14.

Las primeras cocheras poligonales estaban descu-

biertas en su centro para las dificultades que encontraban para hacer trabajar á los obreros en invierno, y los deterioros que experimentaban las máquinas obligaron á cubrirlas.

Estas cocheras son de madera ó hierro : las de madera son mas económicas, pero están mas expuestas á incendios. El techo es de zinc ó tejas.

Las rotondas reciben ventanas con vidrieras abiertas en las paredes, ó una linterna que colocada en el centro, dá tambien salida al humo y algunas veces por bastidores.

La superficie que ocupa cada cochera poligonal se halla evaluada 1,679 metros.

Las rotondas tienen ventajas particulares que deben hacerlas dar la preferencia para encerrar un gran número de máquinas; las cocheras rectangulares solo pueden ser empleadas para encerrarlas en pequeña cantidad.

En todas las cocheras de locomotoras debe haber entre cada foso, una llave que pueda dar agua ya para lavarse, ya para llenar las máquinas y dar paso á las aguas que se amontonan en el fondo de los fosos.

Un foso de mazonería que rodea la cochera y está cubierto de placas de bronce sirve para contener los conductos de agua fria para la limpieza de las máquinas, la parte inferior de este foso sirve de acue-

ducto para el paso de las aguas que se reunen en él.

No se deben emplear las cocheras de las locomotoras mas que para las reparaciones pequeñas y separarlos de los talleres de las grandes reparaciones, así se evitan las molestias que resultarian á los trabajadores de las salidas y entradas de las máquinas de servicio, etc.

Estaciones intermedias.

Estas se subdividen en estaciones de 1.ª, 2.ª y 3.ª clase.

Todos los convoyes se detienen en las estaciones de 1.ª clase; solo algunos en las de 2.ª ó 3.ª.

Las estaciones de 1.ª clase presentan entre sí grandes dificultades en cuanto á la importancia del servicio.

Acostumbrábase antes á no unir en las estaciones intermedias, las vias laterales á las vias principales mas que por uno de sus extremos, de manera que las máquinas que pasasen por la via principal no pudiesen entrar por la lateral sino retrocediendo, cualquiera que fuese la posicion de las agujas del cambio de via.

Desde que se ha extendido el uso de los cambios

de via á contrapeso, se ha olvidado con bastante frecuencia esta regla sobre todo en las estaciones de primera clase donde pasan los trenes.

Los convoyes de mercancías se detienen unicamente en las vias principales : los de viajeros pasan siempre á las vias laterales á lo largo de las aceras de partida y llegada.

Pero esto debe prohibirse en las estaciones de 2.ª y 3.ª clase, en que pasan los trenes sin detenerse con gran velocidad.

En las estaciones intermedias de alguna importancia, se ha dado á las vias para los trenes de mercancias bastante longitud para que puedan llevar dos convoyes al mismo tiempo. Una de las vias está sobrepuesta á la via ascendente, la otra á la descendente, y los trenes de mercancías no pueden entrar mas que hácia atrás.

Se pueden reemplazar las dos vias por una vía única colocada en medio de las vias principales. Pero nos parece preferible colocar al costado, siempre que puedo hacerse, las vias de los convoyes de mercancías : la estacion está mas expedita y el gefe ejerce su inspeccion con mayor facilidad. Si á pesar de esto se establece una tercera via intermedia, es entónces una via de escape para las máquinas, y sirve en el caso particular de los convoyes especiales, para el tránsito de los trenes de viajeros.

Al lado de las vias de tránsito para los trenes de mercancías se debe colocar una via de salida para los wagones vacíos. Tampoco se debe olvidar en las estaciones intermedias de primer órden, de colocar una via especial para la alimentacion de las locomotoras y vias especiales para el descanso de los wagones de viajeros que comunican con la estacion.

Las vias de llegada y salida se establecen entre las aceras, y el salon de descanso para la salida está por lo comun colocado hácia la ciudad en que se halla la estacion, y los viajeros que llegan se ven obligados á atravesar las dos vias para dirigirse á la ciudad.

Para evitar esto se han construido pequeños puentes que pasan por encima de la via, lo cual es muy útil en los caminos atravesados por gran número de trenes, pero no sucede lo mismo en los caminos de poco tránsito.

El mas ingenioso de los medios inventados para hacer frente á esta dificultad es el que se halla en el camino de Auteuil, donde se ha colocado la sala de descanso por encima de las vias á tal altura que las locomotoras pueden pasar por debajo. A esta sala se sube á pié y se baja por escaleras divididas en dos partes iguales y sirven tambien para los viajeros que toman allí el tren.

No se deben colocar en las estaciones edificios que oculten la entrada al maquinista.

Las señales deben establecerse á una distancia de 800 metros por lo menos.

La estacion debe tener :

Un vestibulo.

Un despacho de billetes.

Un salon para el depósito de bagages ó de mercancías despachadas con gran velocidad.

Salones de descanso.

Una oficina para el gefe de la estacion.

Otra para el segundo gefe.

Habitacion para el gefe de la estacion y aun, si es posible, para el segundo gefe.

Lugares de comodidades y retretes para los viajeros, los que deben estar en un edificio separado y en el interior del mismo edificio.

La fábrica de lámparas, un gabinete para la preparacion de las estufillas y la oficina de los empleados de la via se colocará ya en los salones de descanso, ó en un edificio separado. Algunas veces se los une una sala para los factores.

El aparato del telégrafo eléctrico se coloca con frecuencia en la oficina del gefe de la estacion á veces tambien en una pieza separada.

En algunas estaciones principales hay fondas ó restaurants.

Conviene que la habitacion donde se halle colocado, caiga hácia la ciudad, para que se pueda llegar á él mas fácilmente.

Las estaciones intermedias de primera clase contienen siempre ademas de las anteriores dependencias.

Un depósito de agua y gruas hidráulicas.

Una cochera para dos locomotoras por lo menos.

Una cochera de wagones.

Retretes.

Algunas veces ademas :

Un embarcadero para los caballos y coches.

Otro para las mecánicas.

Otro para el carbon.

Almacenes y sotechados para el servicio de las mercancías y del carbon.

Y con frecuencia tambien :

Talleres mas ó menos grandes.

Algunas estaciones de segunda clase tienen tambien, como las de la primera, un depósito de agua y gruas hidráulicas, una cochera para locomotoras y otra para wagones, un embarcadero para los caballos y los coches, otro cubierto para las mercancías de algun valor, y galerías descubiertas para la carga y descarga del carbon, piedra y otros géneros análogos, Es raro sin embargo que se encuentren cocheras de locomotoras y de wagones en las estaciones de 2ª clase,

hallándose con mas frecuencia embarcaderos para las mercancías.

En las estaciones próximas á las fronteras hay que dedicar una parte del edificio al servicio de las aduanas. Las salas de la aduana deben hallarse generalmente al lado de la via que conduce á la frontera. Estas salas tienen dos divisiones : una para la visita de los viajeros de 1.ª y 2.ª clase, y otra para los de 3.ª.

Arquitectura de las estaciones.

La arquitectura de un monumento debe manifestar su destino. Las estaciones de los caminos de hierro, en particular las de los extremos de las líneas, tienen su arquitectura particular. En ellas, como en todos los edificios que sirven para la reunion de un público numeroso, existen con frecuencia perístilos en cuyo fondo hay puertas ó ventanas de grandes dimensiones, para dar luz á inmensos vestíbulos ó salida á los viajeros que atrae cada convoy. Pero lo que caracteriza la fachada principal es un relój monumental, y cuando esta fachada cierra la estacion un grande arco ó un inmenso fronton.

La arquitectura de las estaciones intermedias colocadas en las grandes ciudades debe estar en rela-

cion con la de los principales edificios de la ciudad. Debe ser monumental si contiene muchos monumentos y de forma moderna, si lo son sus principales construcciones.

Las pequeñas estaciones aisladas en los campos deben estar construidas con gran sencillez.

TERCERA PARTE

MATERIAL MOVIBLE

Historia de las locomotoras.

La primera máquina locomotriz que se empleó en los caminos de hierro, fué construida por MM. Zrewithick y Vivian. Esta máquina se ensayó en 1804, en el camino de hierro de Merthyr-Zydwill, en la provincia de Gales, no arrastrando mas que 10 toneladas de peso, y tenia ocho kilómetros de velocidad. Dichos señores tenian desde 1802 privilegio para aplicar el vapor á la locomocion, empleando las ruedas ordinarias: mas presentando estas dificultades costosas que vencer, las abandonaron, pues la poca seguridad que ofrecian al deslizarse sobre los rails parecia un obstáculo insuperable; pero estudiando la causa con atencion idearon adaptar un reborde saliente en los llantos de las ruedas, asegurando es-

tos con clavos, y haciendo una especie de dientes en las ruedas del centro, pues contaban tres ruedas por lado.

Estas máquinas, inventadas en 1811, no tienen mas de comun con las empleadas, en el dia, que el nombre.

La caldera era cilíndrica y estaba atravesada longitudinalmente por un tubo de bastante cuerpo que se introducia en el líquido, en cuyo extremo estaba el hornillo.

El combustible se alimentaba por los medios ordinarios, es decir, con una chimenea de grueso tubo.

Las ruedas eran de hierro fundido y el carro descansaba sobre las ruedas, sin muelles ni otros intermedios de suspension.

En algunos caminos se sustituyeron las ruedas dentadas con unos piés movibles, colocados detrás de la máquina, que afianzándose en tierra, eran puntos de apoyo, que se movian comprimiendo un piston de un cilíndro horizontal.

M. Blackett dió un gran paso en la perfeccion de las locomotoras, determinó con la experiencia la adherencia de las ruedas á los rails, y demostró que era bastante para mover las máquinas en las vias férreas, el nivel completo, ó una pequeña inclinacion ó desnivel.

En 1814, Georges Stephenson construyó una nueva máquina, en la cual, para utilizar la adherencia puso

todas las ruedas de las locomotoras en relacion con una correa sin fin.

M. Vool dice que las primeras ruedas del tender estaban unidas á las de las locomotoras; pero esta disposicion fué abandonada inmediatamente por conocer que era inútil tal complicacion.

La caldera de esta máquina estaba suspendida de una manera ingeniosa por medio de pequeños pistones que tomaban la presion de arriba abajo, sostenidos por el líquido y el vapor. La mayor carga de un tren, en camino inclinado, no pasaba de 30 toneladas, y la velocidad 6,500 metros por hora.

En 1815, sufrieron las locomotoras alguna variacion; pero hasta 1829 quedaron paralizadas; en dicho año fué cuando apareció la primera máquina de caldera tubular con tiro de vapor en la chimenea. Este notable invento se efectuó con la cooperacion de la compañía de Liverpool á Manchester.

Su aparicion causó una revolucion en la industria de los caminos de hierro.

Las máquinas de caldera tubular producen á mas de su ligereza, una cantidad de vapor mayor que las otras, arrastrando cargas mas pesadas y con una velocidad que se habia creido imposible hasta su invencion por los hombres prácticos en el arte.

Los caminos de hierro fueron útiles, con este invento, para los viajeros, y pudieron establecer com-

petencia á las vias marítimas para los trasportes de mercancías por cuanto podian hacerlos á menos precio.

En pocos años se han multiplicado considerablemente.

En 1829, se adaptó la caldera tubular á las locomotoras y se efectua el tiro por medio del vapor : con todo las ventajas expuestas son susceptibles de mejoras y se han modificado en parte, como son : que tenian unas diformes dimensiones, que eran sumamente pesadas y que se pueden suprimir algunas de sus partes.

El peso del agua que se evapora, varia segun la velocidad que se emplea en la marcha del tren.

La aplicacion de la caldera tubular se efectuó por primera vez en 1828. En el camino de Saint-Étienne á Lyon, por M. Marc Seguin, en la misma época que se hacia en el de Liverpool.

El tiro de las máquinas de Marc Seguin, se produce por un simple ventilador, que es insuficiente.

Se atribuye á Georges Stephenson el honor de haber empleado primero para tiro el vapor, que tan buenos resultados ha dado, y fué en la fábrica de su hijo Roberto, donde se hizo la primera locomotora de este sistema.

Asegúrase que el secretario general de la compañía del camino de hierro de Liverpool á Manchester,

concibió la idea de hacer la caldera tubular, y que la aplicó al tráfico al mismo tiempo que el mencionado inventor. Este no solo construyó las primeras locomotoras sino que tambien aplicó á tres calderas tubulares el tiro que las pone en disposicion de servir. Uno de los inconvenientes que salvó Georges Stephenson de la caldera tubular, fué la modificacion de la lámpara de minas.

Su hijo Roberto perfeccionó la construccion de las locomotoras, y es en el dia uno de los mas hábiles ingeniero y constructores de máquinas.

Hijo de un sencillo minero, pero de mucho genio natural, es en el dia miembro del parlamento inglés y posee una cuantiosa fortuna.

Los conocimientos prácticos de su padre le abrieron areas considerables, y fué tan mimado de la fortuna que no hay empresa que sienta haber expuesto sus capitales para realizar una prueba de su invento.

Dan el nombre de *locomotora* á una máquina de vapor que montada sobre la armazon de un carruaje se mueve por sí misma trasmitiendo el movimiento á las ruedas.

En las locomotoras están suprimidos el paraleló gramo, el balancin y el volante de las máquinas fijas, y se halla tambien completamente modificada la forma del generador. Sus principales piezas son el *bastidor*, la *caja de fuego*, el *cuerpo cilíndrico* de la

caldera, la *caja de humo*, los *cilindros de vapor* con sus correderas, las *ruedas motoras* y la *alimentacion.*

El bastidor es un marco de madera de encina, sostenido por los ejes de las ruedas, y que sirve tambien de apoyo á todas las partes de la máquina.

La locomotora es una máquina de vapor de dos cilindros de alta presion, sin condensador ni llave. El movimiento de los pistones resulta de la introduccion del vapor en los cilindros y de su salida alternativa, los que se comunican por medio de vástagos á los ejes y estos le imprimen á las ruedas. Cada movimiento de los pistones ó émbolos hace describir al eje una vuelta sobre si mismo, y á su vez se mueven las grandes ruedas á cuyo movimiento obedece la máquina.

La figura 40 representa al maquinista que dirige la locomotora, subido sobre la plataforma de palastro que cubre el bastidor, en el momento de ir á abrir la *toma de vapor* I, situada en la parte superior de la caja de fuego Z. En la inferior de esta se encuentra el fogon, desde el cual la llama y los productos del combustible van á la caja de humo G, y luego el cañon de la chimenea, despues de haber atravesado 125 tubos de cobre que están completamente sumergidos en el agua de la caldera. Esta, que enlaza la caja de fuego con la de humo, es de cobre,

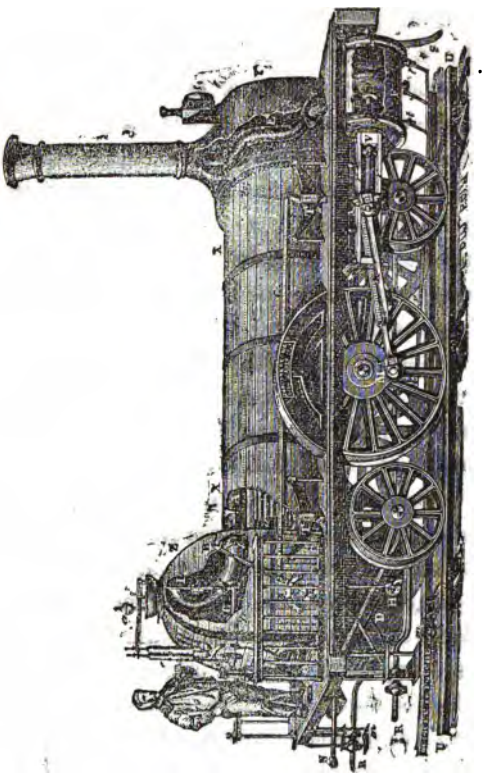


Fig 40.

de forma cilíndrica y de un metro de diámetro poco mas ó menos; está rodeada de duelas de caoba, que por su débil conductibilidad se opone al enfriamiento. Al salir de la caldera pasa el vapor á los dos cilindros situados á cada lado de la caja de humo. Allí, por medio de una distribucion análoga á la máquina de vapor de doble efecto, actua alternativamente sobre las dos caras de los pistones cuyos vástagos trasmiten el movimiento al eje de las grandes ruedas. Despues de haber actuado el vapor sobre los dos pistones, se desprende por la chimenea y contribuye así á activar el tiro.

La trasmision del movimiento de los pistones á las dos ruedas grandes se hace por dos barras que por medio de manubrios enlazan los vástagos de los émbolos con los ejes de las ruedas. En órden al movimiento de vaiven de la corredera en la caja de distribucion de cada cilindro, se obtiene mediante excéntricos situados sobre el eje de las dos grandes ruedas.

La alimentacion ó sea la renovacion del agua en la caldera se logra á beneficio de dos bombas aspirantes ó impelentes puestas debajo del bastidor y movidas por excéntricos. Estas bombas aspiran á favor de tubos de comunicacion el agua de un depósito que hay bajo el *tender*, nombre inglés, adoptado ya en todas las lenguas, que se dá al carruaje que sigue inmediatamente á la locomotora y lleva el

agua y el carbon necesarios para un viaje determinado.

La detallada explicacion que acompaña al grabado bastará para hacerse cargo de las locomotoras de *cúpula*.

EXPLICACION.

A. Tubo de cobre que recibe el vapor por la extremidad I y se bifurca en la otra para conducirle á los cilindros que contienen los émbolos motores.

B. Mango de la palanca que sirve para cambiar de direccion, trasmite el movimiento á la varilla C, la cual lo comunica á la distribucion del vapor.

C. Barra para cambiar de direccion.

D. Parte inferior de la caja de fuego que contiene las rojillas del fogon.

E. Tubo de salida del vapor luego que ha actuado sobre los pistones.

F. Cilindro de hierro que contiene un piston motor : á cada lado de la locomotora hay uno análogo, para que se vea el émbolo entreabierto en la figura.

G. Varilla que sirve para abrir la corredera I, á fin de que pase el vapor al tubo A : en el grabado tiene en la mano el maquinista la palanca que hace girar esta varilla.

H. Llave para vaciar la caldera.

I. Corredera que se abre y se cierra á mano para graduar el vapor.

K. Gran barra motora ahorquillada, que une la extremidad del vástago del piston con el manubrio M de la rueda mayor.

L. Lámpara y reflector que sirve para indicar de noche la aproximacion de la locomotora.

M. Manivela que trasmite al eje de la rueda mayor el movimiento del piston.

N. Boton para enganchar el *tènder* que sigue á la locomotora.

O. Puerta del fogon para introducir el cok.

P. Embolo de metal cuyo vástago se articula con la barra K.

Q. Tubo de la chimenea por la cual salen el humo y el vapor de los cilindros.

R, R. Tubos que conducen el agua del *tènder* á dos bombas impelentes que alimentan la caldera, pero que no se ven en el dibujo.

S. Palanca que barra las piedras ú otros obstáculos de la via.

T, T. Muelles que sostienen la caldera.

U, U. Rails ó carriles apoyados en la via sobre cojinetes de hierro, y estos sobre travesaños de madera.

V. Bastidor de la caja de estopa de los cilindros.

X, X. Cuerpo cilíndrico de la caldera, cubierto de duelas de caoba que disminuyen la pérdida de calor por su débil conductibilidad. Vese debajo el tubo A hasta donde sube el nivel del agua en la caldera. En medio mismo del agua hay unos tubos de cobre *a*, á través de los cuales pasan los productos de la combustion para dirigirse á la caja de humo.

Y. Caja de humo donde terminan los tubos *a*.

Z, Z. Caja de fuego con cúpula para el vapor,

a. Tubos de cobre en número de 125, abiertos por sus dos extremidades y terminados por un lado en la caja de fuego, y por otro en la de humo. Estos tubos trasmiten el calor del fogon al agua de la caldera, y la vaporizan.

b. Sector guia situado al lado de la caja de fuego con varias muescas en que puede engranar el brazo de la palanca B.

La muesca extrema anterior corresponde á la marcha hácia adelante, la extrema posterior á la marcha hácia atrás, y la de en medio es un punto muerto. Las muescas intermedias entre esta y la extrema regulan la marcha hácia adelante ó hácia atrás.

e. Estuches con muelles que regulan el juego de las válvulas de seguridad *i*.

g. Silbato de alarma que se oye á unos 2,000 metros.

i. Válvulas de seguridad.

m, *m*. Estribos para subir al tablero de la locomotora.

n. Tubo de cristal situado delante del maquinista para indicar el nivel del agua en la caldera, con la cual comunica por sus extremos.

r, *r*. Guias que mantienen en línea recta el movimiento de la cabeza del piston.

t, *t*. Llaves de expurgo despues de dispuesto el tren y calentados los cilindros.

v. Varilla que trasmite el movimiento á las llaves del seguro.

La caldera de las locomotoras se diferencia de las máquinas de vapor ordinarias y fijas, pues se propone producir la mayor cantidad posible de vapor con un aparato de poco peso y limitadas proporciones.

Las locomotoras se componen de tres partes esenciales que son : *la caja de fuego*, *el cuerpo cilíndrico* ó *caldera*, y *la caja de humo*.

Los hornillos de las locomotoras suelen tener la forma circular ó rectangular; y se emplea en su construccion el hierro y el cobre rojo.

El hierro presenta muchos inconvenientes; se deteriora con el calor intenso que recibe del combustible, y si se deshoja, como acontece algunas veces, se desprende con mucha facilidad.

Es tan reconocido su mal uso que se ha desterrado casi del todo en los principales talleres.

Las paredes planas del hornillo deben estar construidas con solidez, para que puedan resistir á la presion del vapor que tiende á separarlos. Para conseguir mayor seguridad, los lados verticales del hornillo están unidos por medio de clavos de hierro ó cobre, disponiendo aquellos de modo que esten paralelos, y que haya unas cinco ó seis pulgadas de distancia de las láminas de la cubierta.

La parte superior del hornillo no puede estar dispuesta como el resto de aquel porque no está paralela á la cubierta. Esta se asegura y fortalece por medio de una armazon de hierro batido, en forma circular para que no se aplaste y repela el vapor á la parte inferior del hornillo.

Las armaduras de los hornillos de las locomotoras suelen tener la forma parabólica por la parte exterior y horizontal por la interior, enclavadas las dos láminas con cilindros de hierro ó cobre, á distancia de diez centímetros entre sí: estos tornillos suelen tener lisa la parte inferior con un reborde en que descansa la lámina interior, y con muesca la superior para adaptar á esta una tuerca.

Coches y wagones empleados en los caminos de hierro.

La bondad y buena ejecucion del material de un camino de hierro son de la mayor importancia para la empresa. Con un material defectuoso acrecen los

gastos no solo por la recomposicion, sino por la traccion que aumenta tambien.

Debe tenerse gran cuidado sobre todo en el material activo, y construirlo de manera que pueda hacerse el acopio debido, trabajar las maderas con conocimiento, no empleándolas sino cuando están bien secas, pues no debe olvidarse que las menores imperfecciones se hacen sumamente sensibles al poner los vehículos en explotacion, aconteciendo no pocos casos que al probar un wagon no se sienta con igualdad sobre los rails por no tener el eje igual, y los rebordes de las llantas demasiado grandes ó pequeños.

Los coches de dos ruedas, cualquiera que sea su construccion, si una de aquellas encuentra algun impedimento á su paso, salta y se descarrila sin remision. Lo mismo acontece con los coches de cuatro ruedas, cuando las de delante están sostenidas por un eje, y este gira en todas direcciones independientemente del cuerpo de atrás, como en los coches ordinarios.

Siendo móviles las ruedas y estando paralelos los ejes, la rueda gemela, que encuentra el obstáculo, sigue rodando y sostiene el movimiento de rotacion, como la parte de atrás del coche.

Cambiando independientemente de direccion los ejes, produce se un efecto análogo.

El eje que tiene la rueda sin movimiento por ha-

ber encontrado un obstáculo, ocasiona el descarrilamiento y toma cierta inclinacion respecto del otro eje.

Al recorrer una curva, el reborde de la rueda delantera, que corresponde á la parte convexa de aquella, encuentra precisamente el rail; el eje cambia de direccion y se aparta tendiendo á asimilarse al radio de la curva.

Las adjuntas reglas son las mas convenientes para la construccion de vehículos, dictados por la experiencia. No debe emplearse otros coches, en los caminos de hierro, que los de cuatro ruedas.

Usar las ruedas formando parte del eje y que este gire por medio de un aparato fijo á los muelles ó parte inferior del coche.

Disponer los ejes de manera que se conserven siempre paralelos, y que cada coche cuente cuatro ruedas por lo menos, como se ha dicho; para que el eje delantero no pueda cambiar de direccion sin que le siga el resto del wagon.

Los wagones de los caminos de hierro se diferencian esencialmente de los coches ordinarios.

Los vehículos de cuatro ruedas son los generalmente adoptados en las vias férreas; pero se han construido de seis y de ocho.

Los wagones de seis ruedas tienen los ejes paralelos. Se han empleado bastante tiempo en el camino de Saint-Etienne á Lyon.

Se han usado tambien wagones de seis ruedas con uno de los ejes giratorio, paralelo al plano del camino, y independiente de los otros dos.

En los vehiculos de ocho ruedas, los ejes son paralelos dos á dos. La caja está sentada sobre dos juegos, independiente el uno del otro, pudiendo girar con igual libertad por medio de un aparato colocado en un plano perpendicular al del camino.

En todo wagon hay que distinguir dos partes : el *carro* y la *caja*.

El carro cuyas formas y proporciones varian segun la clase de trasporte á que se destina el wagon se compone generalmente de un bastidor de madera seca y perfectamente escuadrada, que descansa por sus extremos en unos resortes ó muelles de suspension. La caja, que contiene la grasa para suavizar el roce, está colocada encima del juego de la rueda, adaptada á las paredes superiores.

El carro ó *bastidor* tiene ademas otros aparatos destinados á preservar los choques de los wagones entre si, que forman el tren.

En los carros ó bastidores empleados en el dia en la mayor parte de caminos de hierro, las principales diferencias consisten en los aparatos de *choque* y de *atraccion*.

La figura (41) representa el plano del carro ó bastidor de los coches empleados en el ferro-carril de

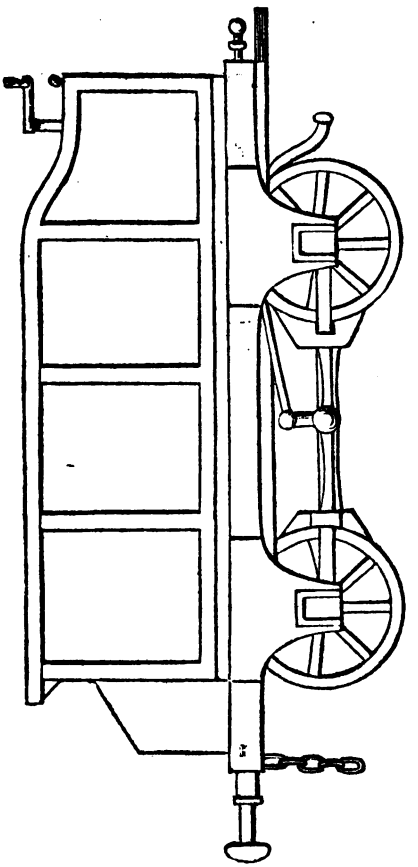


Fig. 41.

Paris á Ruan, que sirve de norma en casi todos los caminos de hierro.

Está formado de dos maderos cuadrados, empotrados en otros dos travesaños, por sus extremos, asegurando la consistencia de los ángulos rectos por medio de dos maderos sobrepuestos en cruz de Santa Eulalia.

Las uniones de todas las piezas están consolidadas con abrazaderas de hierro y clavos del mismo metal.

Dos grandes resortes de *choque* y de *atraccion*, conocidos con el nombre de pistones, están unidos á los barrotes de en medio, teniendo unos botones de madera revestidos de caoutchouc, en sus extremos, los que salen fuera del bastidor unos dos piés aproximadamente.

Los extremos de los pistones, que son de madera dura, tienen una barra de hierro delgado que les pone en juego, estando colocados debajo del bastidor por medio de abrazaderas de hierro colado, fijas á los barrotes intermedios, los del centro y en los extremos del carro los exteriores (fig. 42).

Los pistones funcionan del modo siguiente : cuando se comprime el piston de atraccion, el resorte que le corresponde pierde la tension y dirige sus esfuerzos contra los barrotes en que descansa, pausadamente y sin violencia.

Si suponemos unidos dos bastidores por medio de

los ganchos de atraccion, en cuanto el primer wagon estará en movimiento le seguirá el otro; pero esto no tendrá efecto sino cuando el resorte de atrás del primer bastidor, y el de delante, del segundo wagon se habrán equilibrado para tener una tension igual á la resistencia que opone un wagon.

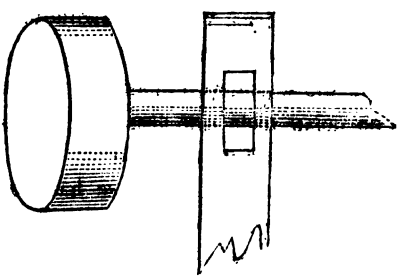


Fig. 42.

Si la union de un convoy no se efectua por medio del aparato de atraccion, si retarda el movimiento del tren, los coches que le sigan chocarán entre sí, por la ley de la velocidad adquirida.

Para preservar el deterioro del material que resultaria de los choques, se disponen los pistones de manera que se toquen ligeramente los de dos coches.

Cuando la máquina se para, por ejemplo, estando dispuestos los pistones como acabamos de indicar, el choque no causa deterioro en los coches, porque destruyéndose el choque, carga el piston del coche segundo sobre el primero, pone en movimiento el resorte de este y se neutraliza la fuerza.

Los bastidores de los coches modernos tienen el piston de hierro fundido y la barra que le sostiene de hierro virgen, cilíndrica y perfectamente torneada : los extremos son cuadrados.

Por este medio se obtienen aparatos de gran precision que no dejan nada que desear en cuanto á la suavidad y dulzura del movimiento.

En algunos caminos de hierro se han empleado distintos sistemas de *atraccion* y de *choque.*

Se han puesto tambien los resortes de choque y de atraccion en los travesaños extremos del bastidor.

En el camino de Versalles se ha hecho uso de resortes de choque y de atraccion sumamente pequeños, conocidos con el nombre de *resortes de pinzas*, que descansan en el travesaño del centro del bastidor.

Las barras de choque que servian al mismo tiempo de ganchos de atraccion, tienen en uno de sus extremos un piston, y en el otro un estribo que abraza los dos resortes. Una de las barras tiene un solo es-

tribo, y la otra termina con una horquilla formando cada uno de los brazos un estribo.

A ambos lados de los pistones hay unos ganchos y unos anillos para introducirse en aquellos, al disponer un convoy.

Cuando se efectua un choque, le suaviza el resorte que está colocado en el centro.

La cruz de Santa Eulalia de este sistema de bastidores, está formada de dos piezas de madera encorvadas al vapor : tiene las uniones naturales, pero dispuestas con arte y solidez : los pistones de este sistema no se tocan mas que en un solo punto, la alteracion lateral acontece á menudo, lo que hace aumentar el movimiento de trepitacion.

Cuando los bastidores son muy largos se aumenta el número de travesaños intermedios, y algunas veces se disponen dos cruces de Santa Eulalia, porque con una sola serian los ángulos muy agudos y no tendrian resistencia bastante para sostener la perfecta construccion, y sobre todo porque no podrian colocarse las ruedas como es debido.

Se emplean tambien resortes de émbolo, conocidos con el nombre de *embutidos*.

Se componen de un cilindro de hierro fundido, al cual se adapta un cuerpo, tambien cilíndrico, de hierro que da paso al eje metálico que tiene aquel en su centro. Esta barra atraviesa el fondo de la cuveta

ó cilindro primero, y tiene en su extremidad una tuerca que sirve para dar la tension necesaria á las cajas de goma elástica, extendidos en el interior de la cuveta y separados entre sí por discos de hierro fundido ó de cobre.

Los resortes de atraccion de goma elástica ofrecen los buenos resultados de los métodos anteriores.

Los pistones de choque de goma elástica de cuatro rodages son muy económicos, pero son poco eficaces. Generalmente se aumenta el número de cajas, y en este caso se colocan los pistones entre dos travesaños, como se ha dicho de proceder en los resortes de acero.

En los wagones de mercancías se suprimen en ciertos caminos de hierro, el aparato de *choque*, reemplazándolos con dos embolos fijos, formados por la prolongacion de los laterales del bastidor. Se adapta á los lados de estos, encima ó debajo, unas piezas de madera que aumentando el plano suaviza el golpe formando á su extremo una almohadilla de crin cubierta de cuero. La materia de estos pistones es económica, pero como es tan poco su elasticidad, las cajas que descansan sobre estos se descomponen fácilmente con los choques.

La experiencia ha manifestado que todos los vehículos de un camino de hierro deben estar provistos de los correspondientes pistones de seguridad.

En el dia se construyen los bastidores dobles, modificándolos para los wagones de mercancías.

Los brazos ó lados mayores de estos se componen de dos piezas de madera que sujetan los barrotes intermedios, consiguiendo una fuerte rigidez en sentido vertical. Las uniones se hacen por simples engranaciones, y poco profundas.

Los brazos superiores están protegidos por una cruz de Santa Eulalia; este sistema de bastidores es sencillo y ligero, pero es difícil de construir con perfeccion, y costoso de recomposicion.

Del tiro ó corriente.

El tiro, que tiene por objeto renovar el aire del fogon, dándole oxígeno suficiente para la alimentacion del carbon de piedra, se obtiene haciendo escapar el vapor sobrante que ha funcionado en los cilindros y que ha impulsado los pistones : este vapor pasa de los cilindros á la chimenea por medio de un conductor adaptado en la parte superior, para prolongar la salida de aquel. El dar mas ó menos salida al vapor depende de la mayor ó menor velocidad que se quiera dar á la máquina, y tambien depende de la mayor ó menor abertura por donde sale : resultando que no aumenta la velocidad por ser la válvula ú orificio menor.

La fuerza de salida del vapor por la chimenea contribuye á aumentar la celeridad del aire que encuentra al paso, aconteciendo que aquel se reemplaza por la corriente que atraviesa el hornillo y los tubos.

Está promovido por la aspiracion en vez de serlo por absorcion.

El vapor sobrante debe expelerse inmediatamente, pues de su compresion innecesaria resultan entorpecimientos en la fuerza motriz, y la presion es un obstáculo para la regular funcion de los pistones, siendo su consecuencia la paralizacion de la locomotora. La influencia del exceso da vapor no se deja sentir en una marcha regular, pero se nota el dar mayor fuerza á la máquina.

La mayor fuerza que puede darse á las locomotoras es de 1,000 á 1,250 metros por minutos. En este caso la presion que resulta de la fuerza de velocidad, al penetrar el vapor en los cilindros, establecen el equilibrio de la máquina, compensando la pérdida que le ocasionó la salida de aquel.

A la velocidad de 60,000 m. ó 15 leguas por hora, con ruedas de 1 m. 60 de diámetro, el número de golpes de vapor será aproximadamente de 13,2 por segundo : y la revolucion de las ruedas de 12,000 por hora, ó, lo que es lo mismo, de 3,3 por segundo.

La diferencia entre la fuerza y la resistencia es un

dato sumamente esencial y causa de la mayor ó menor velocidad de un tren arrastrado por una locomotora, debiéndose tener presente que la fuerza aceleratriva imprima á la masa una velocidad superior á lo que realmente tiene ella; porque la principal resistencia que ha de vencer, es el roce de las ruedas en los rails, que le roban gran cantidad de fuerza y velocidad.

Deben pues procurar que la columna de aire que se opone á la marcha de la locomotora, como la salida del vapor sobrante que se expele á intérvalos dados, desaparezcan á proporcion que aumenta la aceleridad de la máquina.

Estas consideraciones manifiestan claramente porque los primeros golpes de piston tienen mas energía que los siguientes : la locomotora vence una columna de aire que no presenta resistencia, y el vapor funciona con libertad entro del cilindro.

El ténder.

El ténder es un coche ó wagon que sigue inmediatamente despues de la locomotora, en el cual se lleva repuesto de agua y carbon : está montado sobre cuatro ruedas. Tiene cabido desde 25 á 40 kilómetros, y para los viajes que suceden de esta cantidad se es-

tablecen depósitos en las estaciones de la línea á distancias convenientes.

El ténder está unido á la máquina por medio de un boton exactamente pegado á las paredes de aquella, debiendo resistir á todos los movimientos de la locomotora : el depósito de agua comunica con la caldera por medio de las trompas alimenticias. La union de las trompas con la máquina se efectua por medio de un tubo articulado conocido con el nombre de *enlazador,* cuya disposicion es tal que se presta á todos los movimientos del carruage y de la locomotora. Movimientos que son inevitables por la poca estabilidad de la via, la gran velocidad de la màquina, etc. (Fig. 43.)

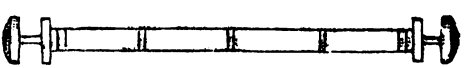


Fig. 43.

El boton que une los dos carruages permite todos estos movimientos excepto el de prolongacion.

Los ténderes bien construidos deben presentar ademas de estas condiciones la de ser ligeros y sólidos.

El grio del ténder está al nivel del fogon, y está suspendido con muelles de modo que evite los movi-

mientos bruscos del agua contenida en el depósito : tiene ademas dos entradas provistas de puertas de cobre con agujeros que sirven para la introduccion del agua y para limpiar la caja. Estos dos agujeros están por lo general colocados detrás del ténder y á los dos lados de su pared superior.

El agua se toma por medio de dos llaves colocadas delante de cada uno de los brazos de la herradura. Estas llaves se abren por medio de dos tornillos desde la plataforma donde va el maquinista : comunican ademas por el suelo con dos tubos de cobre rojo que van á pasar á la prolongacion de los tubos de aspiracion de las bombas.

Tubos de union.

La union del ténder con la máquina está dispuesta de manera que permite á estos dos aparatos inclinarse al mismo tiempo, los tubos para tomar el agua deben estar dispuestos de manera que permitan estos movimientos. Para este efecto, se ha ejecutado desde luego la union de los tubos de la máquina, con los del ténder por medio de correas de cuero, de tela ó de caoutchouc volcanizado. Estos aparatos son imperfectos, difíciles de arreglarse y de costosa conservacion; en la actualidad se prefieren las correas metálicas. Se fijan en los dos tubos de cobre rojo por

medio de bridas y de pernos dos tubos de bronce, de rótulas, que pueden tomar toda clase de posiciones con relacion á la parte fija del aparato. El hilo que forma la prolongacion de la rótula del ténder penetra en una prensa de estopas colocada en la extremidad de la rótula de la máquina. La cubierta de esta prensa de estopas es de forma de embudo para facilitar la entrada del hilo del ténder; debe estar dirigida hácia atrás para que la arena de la via no pueda entrar cuando la máquina marcha con su movimiento natural.

La construccion,conservacion de las rótulas es bastante costosa: M. Polonceau las ha reemplazado en algunas máquinas de Versalles y de Orleans con tubos de cobre, hechos en espiral, cuya forma se presta con facilidad á todos los movimientos de la máquina y del ténder en la via.

En la actualidad se reemplazan por lo general estas disposiciones con un tubo de caoutchouc volcanizado, espeso, rodeado de una espiral de alambre que le impide romperse por la presion interior del vapor.

Cuando la presion del vapor es bastante considerable para hacer levantar las válvulas, lo que sucede en particular en las estaciones, se envia este excedente de vapor al ténder donde calienta el agua de alimentacion. Con este objeto hay dos tubos provis-

tos de llaves que están á disposicion del maquinista, y parten desde lo mas alto de la caja de fuego, reuniéndose con el tubo de union de la máquina. Estos aparatos se llaman tubos y llaves de calor.

Freno.

El ténder lleva tambien el freno, que sirve para moderar la velocidad del convoy ó detenerle completamente. El freno del ténder ha sufrido las mismas modificaciones que el de los wagones. Se componia en un principio de una sola cuña aplicada por medio de una palanca á una rueda. Despues se ha empleado un freno de dos cuñas, y ahora se usan frenos de cuatro cuñas que vienen á apretar dos á dos cada una de las ruedas del ténder á las extremidades del mismo diámetro horizontal. Se pueden asi calzar simultáneamente las cuatro ruedas y obtener como fuerza retardadora el frotamiento de deslizamiento debido al peso total del ténder.

Un buen freno de ténder debe ser fuerte y enérgico; se le maneja en la actualidad por medio de un tornillo de uno, dos ó tres vueltas, ó por medio de registros. Este último sistema nos parece preferible, cuando las relaciones de los engrenages están bien calculados, porque su accion es casi instantánea.

Sobre el bastidor del ténder y detrás de la caja se coloca un grande arco que contiene crics, alicates cuerdas y otros aparejos, por medio de los cuales se puede resumir en el acto á los percances que sobrevinieren durante la marcha del tren.

Por lo general el ténder lleva ademas tres ó cuatro arcos en los que el maquinista coloca sus útiles, la grasa, el aceite y otros accesorios que debe llevar.

Hace algun tiempo se han suprimido los ténderes separados en las líneas de menor extension. Con este objeto se coloca la caja del ténder sobre los largueros de la máquina prolongados; despues se modifica la posicion de las ruedas de esta máquina para obtener una reparticion conveniente del peso sobre los ejes.

Tambien se colocan las cajas de agua sobre la caldera, ó bajo esta caldera entre los ejes, ó por último bajo la plataforma que hay alrededor de la máquina.

Cuando los radios de las curvas y la fuerza de los rails permiten adoptar esta disposicion es muy conveniente. Pues suprime una gran parte del peso muerto representado por el bastidor, las ruedas y los ejes del ténder lo mismo que los complicados aparatos para unir el tender con la máquina, tomar el agua, etc.

Los frenos están colocados en cierto número de

coches y en los ténderes para impedir, en caso de necesidad, que las ruedas se vuelvan y conviertan su frotamiento de rotacion en frotamiento de deslizamiento.

El uso de los frenos de poder puede impedir graves accidentes.

Se han empleado diferentes clases de frenos.

El cubo destinado á aprestar el eje de la rueda es siempre de madera y está generalmente sujeto con perno á un patin de hierro.

Los patines están sujetos á pernos fijos en los largueros del bastidor. Pueden oscilar sobre estos pernos como una palanca sobre un punto fijo. Dos pequeñas hilas reunidas por bisagras con los patines, lo están tambien por medio de un perno á una varilla vertical cuya extremidad inferior se une por un mango con el mismo perno y sube verticalmente hasta la imperial donde se divide y entra en un hornillo fijo en esta imperial. Este eje termina en su parte superior por una manivela colocada en la mano de uno de los conductores del tren. Dando vueltas á esta manivela ó haciendo subir ó bajar el eje vertical y, por consecuencia, al perno *b'*, se separan ó alejan los ejes de las ruedas R y R'. Los cables están fuertemente ajustados contra las ruedas y las impiden girar.

El freno de S. German tiende á separar las dos rue-

das y, por consecuencia, á destruir el parelelismo de los ejes.

En los caminos de Orleans, de Ruan y en todas las líneas nuevas, los frenos están dispuestos de una manera diferente. Los cables están unidos por medio de una corredera á una barra lisa de hierro, fija en las mismas cajas de la grasa, de manera que el freno, siguiendo el movimiento vertical de las cajas de grasa sobre las salientes en herradura, opera siempre en el eje de las ruedas. La barra de hierro sirve para impedir la separacion de los ejes. Los cables se ponen en movimiento por bielas por medio de un árbol sostenido por la misma barra de hierro.

Usándose desigualmente los cables, este freno, como todos aquellos cuyo eje está fijo, no ejerce la misma presion sobre las dos ruedas.

Se remedia este inconveniente ovalando los agujeros de los dos grandes cabanillos á que van á parar las extremidades del arbol.

Muchos ingenieros prefieren el antiguo freno del camino de Versalles al freno mas moderno del camino de Ruan. Se ha remediado su principal defecto, el de aplicarse desigualmente contra las ruedas cuando varia la carga, introduciendo en su construccion una modificacion suficientemente indicada. Esta opinion en favor de este freno se motiva de la manera siguiente : es de un precio y de un peso mucho me-

nos elevado que el freno de Ruan ; permite sacar las ruedas del wagon sin que haya que desmontarle. En el sistema de Versalles se ha suprimido el frotamiento de la corredera sobre los largueros, de donde resulta que la fuerza desplegada por el guardafreno para cerrar está mejor utilizado.

Este freno presenta sin embargo un inconveniente que no tiene el de Ruan, es el de no poder adaptarse al wagon mas que en ciertas condiciones de separacion de los ejes. Siendo demasiado grande esta separacion se hace dificil emplearla con ventaja. El deterioro de las cabras con este freno es tambien menos uniforme que con el freno de largueros. Considerando no obstante las ventajas del freno de Versalles modificado, son estas mucho mayores que los inconvenientes.

Cualquiera que sea el sistema de freno empleado, importa poder arreglar la longitud de ciertas piezas que le componen, para compensar el deterioro de las cabras de madera.

Se puede, en vez de emplear un tornillo para ajustar el freno, usar una palanca, como se verifica en los wagones de terraplenes y en los wagones de carbon.

El uso de la palanca permite obrar con mucha mas prontitud, cuando hay que aprestar el freno : pero el apretamiento no se hace sentir desde que el conductor

deja de apoyarse encima, y no es enérgico mas que en cuanto la palanca es muy larga. El uso de los ejes de tornillo es preferible, aunque exige mas tiempo para apretar.

Se han empleado tambien registros y ruedas engranadas en vez de tornillos. Esta disposicion es buena para los tenderes cuya union con la máquina es muy sólida; para los wagones obra con demasiada rapidez y ocasiona con frecuencia la ruptura de los tiros.

En el plano inclinado de Suisa se usa, para moderar la velocidad de los convoyes descendientes, frenos que obran directamente en los rails, en vez de obrar como los frenos ordinarios en las ruedas.

Hay otra clase de freno, va el freno en un wagon especial, llamado wagon del freno, que se carga con un peso tan considerable como se juzga necesario. Este wagon tiene seis ruedas, patines de madera colocados entre las ruedas están suspendidos por ejes verticales á las extremidades de las palancas.

Se levantan ó bajan las palancas, y los patines por medio de tornillos, que se mueven en las tuercas fijas sostenidas por columnas colocadas en medio de la plataforma del wagon. Cuando se quiere hacer obrar al freno, se hacen bajar los patines de madera hasta los rails, y se aprieta hasta que quedando sostenido el wagon en estos apoyos fijos, las ruedas de-

jan de descansar en el rail. El wagon queda convertido entónces en un trineo cuyo frotamiento es tanto mayor, cuanto mas pesado es el wagon.

Los frenos comunes producen al obrar, un sacudimiento desagradable á los viajeros, por lo que deben colocarse en los wagones de mercancías ó de bagages con preferencia á los wagones de viajeros, y á los wagones de viajeros de 2.ª 3.ª clase, mas bien que en los de 1.ª.

La mejor disposicion seria quizá poner á la cabeza y á la cola de cada tren, un wagon especial cargado con mucho peso y provisto de un freno muy enérgico; pero este medio seria algo costoso.

Freno Bricogne.

M. Bricogne, discípulo de la Escuela central, ingeniero, inspector principal del material en el camino de hierro del Norte, ha expuesto un nuevo freno cuya descripcion es la siguiente:

Se objeta á los frenos ordinarios de manivela la lentitud con que se hace el servicio. El freno de M. Bricogne tiene por objeto remediar este inconveniente.

Un pedazo de bronce de 150 á 200 kilógramos está sostenido en el aire entre dos correderas verticales por un martinete de detencion. El guardafrenos se-

para este martinete solo un centímetro, y en seguida cae el bronce por su pesadez. La presion que resulta de la caida se trasmite á las ruedas del vehículo por medio de palancas de brazos desiguales. El guarda-freno aumenta esta presion con un cric, con el que levanta despues el bronce para desatar.

Hé aquí cuales son las presiones ejercidas segun la relacion del brazo de la palanca, el peso del bronce y las proporciones del cric (valuándose en 20 kil. el esfuerzo ejercido por el hombre).

Wagones de viajeros, peso del bronce, 150 kil.	
Presion que resulta de la caida.	1428 kilog.
Id. con el cric.	1643
Presion total. . .	3071

Wagones de bagages peso del bronce, 150 kil.	
Presion debida á la caida. . . .	1420 kilog.
Id. con el cric.	2526
Total. . .	3946

Wagones de mercancías, peso del bronce, 200 kilog.	
Presion de la caida..	2250
Id. del cric.	2528
Total. . .	4778

Así con un peso de 150 á 200 kilógramos que cae libremente se produce en las ruedas una presion de 1,428 á 2,250 kilógramos en uno ó dos segundos.

Con un cric de mayor dimension se aumenta esta presion en un doble ó un triple.

Con este mismo cric se levanta el bronce empleando una fuerza de 13 á 18 kilóg.

Este freno funciona bien, pero se le hacen las objeciones siguientes :

1.º Cuesta 400 francos mas que los frenos ordinarios, ó 1,000 francos en vez de 600.

2.º Se le puede colocar con bastante facilidad en el interior de los wagones de bagages, pero ocupa un lugar de que podria sacarse mucho partido.

Y 3.º en los wagones de viajeros, no se le puede colocar mas que exteriormente, presentando en esto muchas dificultades. Hay pues entónces, ó que colocarle al lado de la garita del guarda, en un nicho hecho en el interior del wagon y ocupando entónces un puesto de viajero, ó establecerle en la misma garita agrandándola, lo que aumenta sensiblemente el peso de la garita, peso que es ya muy grande. Los mismos inconvenientes se presentarian para los wagones de mercancías en que el vigia está colocado exteriormente.

M. Bricogne responde en estos términos á estas objeciones :

1.º No se pueden manejar comodamente los frenos ordinarios mas que reservándoles en los wagones de

bagages un lugar casi tan grande como á los frenos de contrapeso.

2.º Se evitan los inconvenientes del vacio modificando la posicion de los ejes.

3.º El aumento de peso está bien compensado por las ventajas que promete el freno de contrapeso.

Freno Guerin.

Debemos mencionar tambien el freno automotor de M. Guerin, ensayado con buen éxito en el camino de Orleans.

En los diversos frenos empleados generalmente en los caminos de hierro, la fuerza de las cabras en las ruedas está determinada por el efecto producido sobre una manivela manejada por el conductor. M. Guerin utiliza en su aparato con este objeto la presion que se ha verificado en los resortes de choque de los wagones que componen un tren en marcha, cuando el maquinista, para detenerle, cierra el regulador de la máquina y aprieta el freno del ténder.

Para llegar á este resultado, coloca en el árbol del freno dos palancas cuyas extremidades se prolongan contra el resorte del choque de atrás del wagon, por cada lado de sus guias, sirviendo estas palancas de punto de apoyo al resorte, el freno funcionará en cuanto tenga lugar el regreso de los tapones. Se

concibe desde luego que para volver un tren hácia atrás, se necesita neutralizar este efecto.

Este objeto se ha obtenido felizmente por medio de un mecanismo sencillo é ingenioso que está compuesto de la siguiente manera :

1.º De una pieza horquillada fija en la traviesa trasera del bastidor, y articulada de modo que pueda bajarse para servir de apoyo al asiento del tronco del gancho de traccion, ó á levantarse para dejarle libre.

2.º De una palanca vertical, provista de un contrapeso que comunica por medio de un eje su movimiento á la pieza horquillada.

3.º De un mango de forma particular, montado en uno de los ejes y girando con cierta velocidad por medio de la fuerza centrífuga. Este mango presenta en su centro un hueco de una profundidad conveniente.

Cuando el tren está animado de una velocidad superior á 10 kilómetros, el manguito cambia de posicion y presenta á la palanca su parte hueca : el contrapeso obra para levantar la pieza horquillada, la desembaraza del asiento del gancho de traccion y permite el retroceso del resorte del choque. El freno puede apretarse entónces bajo la influencia del regreso de los tapones.

Por el contrario, cuando el tren está en reposo ó

animado de una velocidad inferior á 10 kilómetros, el manguito es atraido hácia el eje por dos resortes en espiral, y en esta posicion presenta á las palancas su mayor diámetro; deja tambien á la pieza horquillada intercalada entre la traviesa del bastidor y el asiento del eje de traccion. Esta pieza sirve entónces de apoyo al resorte del choque, que puede llenar sus funciones ordinarias sin transmitir al freno ningun movimiento.

Para completar el aparato se ha colocado un resorte de llamada, fijo por medio de un tronco á una de las palancas del árbol del freno. Este resorte, compuesto de tres hojas en una tension inicial de 400 á 500 kilógramos, tiene por objeto volver á su lugar el resorte de choque aflojando el freno. Impide tambien que la vuelta de los tapones y, por consecuencia, la accion del freno se verifique bajo una presion pequeña, como podria suceder cuando el tren baja una cuesta sin vapor.

Hay que notar ademas, que nada se ha modificado en la maniobra ordinaria del freno por medio de su manivela, y que la accion del aparato automotor no excluye la del guardafreno. Así se puede hacer frente á las eventualidades que pudieran ocurrir.

M. Guerin propuso á la compañía de Orleans un freno automotor en Febrero de 1844. A pesar de algunas imperfecciones, se le creyó aplicable desde luego.

regidas despues estas imperfecciones, funciona con bastante regularidad.

En cuanto estando en marcha comienza á apretar el freno del ténder, se estrechan las cabras del freno automotor, bastando algunos segundos para que detenga las ruedas.

Cuando, antes de detener al tren completamente, se suelta el freno del ténder, ó se dá vapor para continuar la marcha, el freno automotor se suelta en el mismo instante y funciona de nuevo en cuanto comienza á obrar el freno del ténder.

Un solo freno automotor, ayudado por el ténder, basta para detener en el espacio de 140 á 150 metros un tren de ocho coches que marche con la velocidad de 50 á 55 kilómetros. Se ha experimentado que bastan cuatro coches detrás de un freno automotor para hacerle detener. Se deberá en la composicion de los trenes contar con esta necesidad y, de consiguiente, se podrán poner dos automotores en un tren de diez coches, tres en un tren de quince, y así sucesivamente.

Las ventajas que presenta el aparato de M. Guerin son bastante evidentes y no es necesario enumerarlas.

Manómetros.

Para que el maquinista pueda sacar todo el par-

tido posible de la máquina que dirige, se necesita que conozca á cada instante cual es la tension del wagon en la caldera: es necesario ademas que sepa si esta presion tiende á aumentar ó disminuir. Para este efecto, cada máquina debe estar provista de un manómetro.

Los manómetros al aire libre de las máquinas fijas no pueden convenir á las máquinas locomotoras, á causa de la grande altura del tubo que seria al menos de 9 m. 80: asi no se han empleado durante largo tiempo mas que manómetros de aire comprimido. Estos últimos son poco sensibles, y sus indicaciones faltan con frecuencia; se les sustituye ahora manómetros al aire libre en los que la presion del vapor se ejerce sobre un pequeño piston, mientras que la columna de mercurio obra sobre otro piston cuya superficie es cerca de veinte veces mayor. Estos dos pistones se han hecho solidarios, de donde resulta que cada atmósfera está representada por una columna de mercurio de $\frac{0 \text{ m. } 76}{20} = 0 \text{ m. } 038$.

Este instrumento, que ha sido inventado por M. Galy-Gazalat, es mas conocido bajo la denominacion de manómetro de Journeux, por el nombre del industrial que se ocupa en su construccion.

El manómetro Bourdon se compone de un tubo metálico en forma de espiral, el vapor que obra en

el interior de este tubo tiende á moderarle; una aguja puesta en movimiento, cuando se verifica este efecto, indica en el cuadrante el valor de la alteracion y la intensidad de la causa que la ha producido.

El manómetro de Dubordu está adoptado hoy en muchas líneas. En este aparato el tronco del piston pequeño en que obra el vapor va á apoyarse á una hoja de cuero cuyas extremidades son fijas, y la obliga á tomar una curvatura mas ó menos pronunciada segun la presion del vapor. Esta hoja hace el oficio de palanca en un arco de círculo de cobre dentado que comunica con un piñon, en el que está fija la aguja cuyo movimiento de rotacion indica la presion del vapor.

Máquina Jenibairu.

Ya hemos mencionado la máquina Jenibairu. M. Chobwyusky, ingeniero del material y de la traccion, se explica sobre esta máquina en los términos siguientes:

Esta máquina presenta un fogon de 7 m. 60 de longitud, dividido en dos compartimientos, seguido de una caldera tubular que contiene 400 tubos de 0 m. 025 de diámetro. Las ruedas motoras tienen 2 m. 20 de diámetro y su eje está colocado en una altura de la caldera. El eje delantero lleva 8,600 kilóg., el motor 6,000 kilóg., y el trasero 5,000 kilóg. Los

resortes son de cautchuc. Su tubo de escape se abre á 0 m. 25 mas bajo que la chimenea, mientrás que en muchas máquinas antiguas el tubo de escape entra 0 m. 07 á 0 m. 11 en la chimenea. La suma de la seccion de los tubos es poco mas ó menos la misma que en muchas máquinas. Es muy ligera.

No ha andado todavía mas que 500 kilómetros en el camino del Norte, pues á los dos dias de marcha se vió obligada á volver á los talleres por haberse fundido completamente los resortes de cautchuc. Produce tanto humo que cuando se abre la puerta del lugar se oye un ruido semejante al de un alto horno. Su consumo es pequeño, pues no quema mas que 5 kilóg. de carbon, mientrás que las de Crampton, en condiciones análogas, consumen de 7 á 8 kilóg. Es fumívora durante la marcha y deja escapar poco humo en el reposo. Evaporiza mucho, su marcha es buena y presenta una estabilidad conveniente.

En Inglaterra, hay 25 máquinas de estas que conducen los expresos y que rivalizan desde Londres á Liverpool, con las máquinas del Great-Western. Están construidas para marchar á 8 atmósferas, y los gruesos de palastro no son mas que de 0 m. 018 y aun de 0 m. 010, los cobres del fogon son sin embargo mucho mas delgados que en Francia, siendo este el verdadero motivo de su ligereza : por lo demas se obtendrian los mismos resultados, si los re-

glamentos no exigieran ciertos géneros que no ofrecen garantías, puesto que en vez de buscar los mejores palastros, se busca la mayor ganancia, siempre que esté cubierta por el espesor exigido por el reglamento, mientras que en Inglaterra se buscan los mejores productos para precaverse de toda clase de accidentes.

Se deberia observar si habria mas economía en emplear fogones mas delgados y reemplazarlos con mayor frecuencia.

Regilla Chobwyusky.

La reparticion y el arreglo del combustible en camas de espesor uniforme en toda la superficie de estas regillas ocasionan un gran desarrollo de humo y, por consecuencia, una pérdida de materias volátiles que son arrastradas y se escapan en la combustion. Este efecto se produce con mayor intensidad en el momento de la cargazon, y se puede decir que hay una proporcionalidad directa entre la incomodidad del humo que se escapa de los hogares industriales y el consumo completamente perdido de una parte muy considerable siempre de los elementos caloríficos contenidos en el combustible empleado.

En el momento de la carga se deberia introducir en el hogar el maximum del aire necesario para la

combustion de los productos volatiles puestos en libertad por la destilacion del combustible, y esto es precisamente lo contrario de lo que se verifica.

El combustible nuevo colocado en la superficie de la regilla se hincha desde luego llenando los intersticios libres que daban acceso al aire nuevo. La cantidad de oxígeno admitido en el fogon es desde luego insuficiente para producir una combustion completa, y esta insuficiencia es tanto mayor cuanto mas rico es en hidrógeno el combustible empleado. Esta combustion incompleta, esta destilacion, se explica por un desarrollo de carburo de hidrógeno gazeoso que lleva al estado de suspension al carbon muy dividido, produciendo un humo tanto mas espeso cuanto mas rico es en sí mismo el combustible en carbono que en hidrógeno.

Cuando la combustion, por el contrario, se halla bien establecida, y cuando el fogon exige una nueva carga, los orificios libres son relativamente considerables y el aire nuevo es llamado en grande cantidad: una parte muy notable de este aire se escapa á la combustion, se calienta á expensas del calórico desenvuelto y el fogon se enfria al mismo tiempo que es absorbido el combustible sin efecto útil. Los cuidados del que sopla pueden sin duda aminorar estos inconvenientes, pero por incesantes que se los suponga, no podrán hacerlos desaparecer del todo.

Las regillas giratorias, las que reciben un movimiento de vaiven, las regillas cerradas con cadenas sin fin y alimentándose de una manera continua con tolvas llenas constantemente de carbon, son muy costosas, y exigen ademas el empleo de una fuerza motora que las ponga en movimiento. Las dos últimas presentan ademas dificultades especiales para conservar una distribucion conveniente que depende de la tenuidad y del estado higronométrico del combustible. Si la carga es demasiado grande, una parte del carbon cae en la extremidad de la regilla opuesta á la tolva y se pierde en el camino. Si es insuficiente, por el contrario, el aire entra con exceso en el hornillo y le enfria.

En la regilla fumívora de escalones, los barrotes lisos que luego están dispuestos á modo de escalones se cubren los unos ó los otros. Detrás de esta regilla hay algunos barrotes dispuestos de la manera ordinaria : el número y la separacion de estos barrotes depende de la naturaleza y de la pureza del combustible empleado.

El combustible nuevo colocado en frente de la puerta y sobre los barrotes superiores de la regilla de escalones se destila, su humo y la materia volátil, llegando hácia el altar ó hácia los tubos de las calderas tubulares, encuentran allí el aire sin encender, y calentado anteriormente por un tránsito á

través de la ulla calorificada que ha ganado ya la parte inferior de la regilla. La mezcla de este aire con las materias carbonadas volátiles, son los gases no quemados todavía, se produce en las condiciones exigidas de temperatura, y la combustion de estos diversos productos gaseosos se opera de modo que llegan á su transformacion en ácido carbónico de una manera casi completa.

La regilla de escalones sola no es completamente fumívora con carbones muy bituminosos que dan mucho humo. Tambien se deshace del humo en el momento en que se la carga el nuevo combustible. Para obtener un resultado completo hay que ayudar á la absorcion de este humo con la introduccion directa y especial de aire caliente.

En ciertos casos, la construccion superior de la parte inferior de la regilla de traccion ó bóvedas permite dirigir mejor los productos volátiles hácia el altar guarnecido de baldones huecos con las salidas de aire caliente.

Siempre que se quieran obtener resultados completos, será necesario emplear carbones finos ó recien recocidos, que produzcan con igual pureza la misma cantidad de calor que los gruesos; destilándose estos últimos con mas dificultad que los finos llegan á la parte inferior de la regilla sin haber perdido todas las materias volátiles, y no teniendo entónces que

andar más que un poco para llegar encima del altar, circulan alrededor de los generadores sin haber podido ser quemados por el oxígeno necesario á su combustion completa.

La regilla de gradas permite el uso de ullas muy delgadas y secas que han sido despreciadas y desechadas hasta el presente para los usos de las calderas. Ofrece pues á la industria un recurso inmenso en el momento sobretodo en que parece faltar el combustible mineral que encarece mas cada dia.

En la construccion de las regillas de gradas hay que observar las reglas siguientes:

1.º Su superficie debe ser mayor por lo general que la de las regillas comunes, teniendo un metro cuadrado por cada 60 kilóg. de ulla consumidos por hora.

2.º La superficie de la entrada de aire entre los barrotes lisos, ó la entrada que separa cada una de las gradas, depende de la naturaleza del carbon que se queme y de la carga del fuego. No debe bajar á menos de 0 m. 18 de entrada de aire por kilógramo de ulla por hora. Esta seccion deberá aumentarse con carbones muy gruesos.

3.º El primer barrote, ó grada superior, no debe distar mas de 0 m. 25 de debajo de la caldera. Las puertas de los hornos deberán estar elevadas de 0 m. 10 á 0 m. 19 relativamente á la altura acostumbrada en los antiguos fogones.

4.° Los barrotes ordinarios del fondo de la regilla deben estar colocados en correderas salientes, de manera que se puedan mudar y limpiar con facilidad.

5.° Los grandes fogones de un metro y mas de longitud, podrán dividirse en dos partes por un tabique de ladrillos. Se cargará alternativamente á los dos fogones, siendo dirigidos los productos de la combustion á una cámara comun al altar, de manera que se queme completamente el aire de uno de los dos fogones, por el aire excesivamente caliente del otro.

6.° Para acerrar el combustible de la superficie caliente, conviene colocar los sostenes de estas regillas de manera que se levanten por debajo de 0 m. 10 á 0 m. 12 por metro.

Los ensayos hechos con las ullas de mejor calidad en el camino del Norte, de la regilla de Chobwyusky, han dado los mejores resultados. Se ha experimentado en este camino que no solo habia en el uso de la ulla una economía de dinero, sino tambien mejora de condicion en la produccion de vapor; con ullas que contenian una gran cantidad de cenizas y de materias volátiles la regilla de Chobwyusky no ha sido fumívora en el camino de Estrasburgo y los barrotes se fundian en poco tiempo.

Se ha observado tambien en el camino del Norte que los barrotes de esta regilla debian renovarse con mas frecuencia que los de las regillas ordinarias,

pero no se fundian con tanta rapidez como en el camino de Estrasburgo.

Las máquinas no han sufrido deterioro visible como se suponia que vendria á suceder con el uso continuo de la ulla de buena calidad. Segun M. Sauvage, ingeniero, gefe de la traccion en los caminos del Este, parece resultar de la reunion del servicio que los tubos se conservarán mejor cuando se emplee la ulla que cuando se use el cok.

Los tubos de las máquinas alimentadas con cok tienen una causa de deterioro en el frotamiento de las particulas pequeñas de cok arrastradas por la fuerza de los tubos de escape, mientras que las máquinas con ulla conservan sus tubos y no sufren estos frotamientos que no puede producir la débil fuerza que basta á la construccion.

Nuevos sistemas adoptados, ó propuestos con el objeto de perfeccionar el material de los caminos de hierro.

Despues de haber descrito sucesivamente todas las partes de que se compone un camino de hierro construido en las condiciones ordinarias, nos falta ocuparnos de muchos sistemas que se han propuesto ya para vencer las dificultades propias de una linea dada, ya para reemplazar completamente los aparatos usados en la actualidad.

Entre estos sistemas hay algunos experimentados ya y reconocidos como aplicables en ciertas circunstancias especiales. Hay otros que no han recibido aun la sancion de la práctica, son muy numerosos y la mayor parte no merecen aun mencionarse.

Comenzaremos hablando de algunas disposiciones propuestas para disminuir el frotamiento del eje y facilitar el paso en las curvas.

Para disminuir el frotamiento se han ensayado:

1.º Wagones de tejos.

2.º Wagones de rodillos.

En los primeros la caja descansa en el eje por medio de tejos. El frotamiento no se verifica en este caso mas que sobre el eje del tejo. Hace veinte y cinco años que se usaban wagones de esta clase, se ha renunciado á ellos porque no podia engrasarse con facilidad el eje de los tejos, y ademas era muy costosa la conservacion de estos tejos.

M. Emilio Viscocq ha propuesto intercalar rodillos metálicos entre los huecos y las cajas, estos rodillos llevan á sus extremos quicios pequeños que entran en una correa que conserva la separacion. El frotamiento de delizamiento se halla así completamente suprimido y reemplazado por un simple frotamiento de rotacion. Por sencilla y satisfactoria que parezca esta disposicion, no puede adoptarse por las compañías

de los caminos de hierro, habiendo que someterla á nuevos ensayos.

Se han ideado, para facilitar el paso de las curvas, diferentes clases de wagones con ejes y ruedas móbiles, pero tenian todos el inconveniente de desencarrilar con demasiada facilidad. El sistema de M. Arnauld es el que ha obtenido algun éxito. Tambien se han empleado, para disminuir el frotamiento de deslizamiento ocasionado por el paralelismo de los ejes, wagones de tres ruedas, de las que la una se halla colocada en medio de la via, pero entónces hay que poner una tercera fila de rails, y aumentar el peso de los rails, puesto que se aumenta tambien la carga sobre cada rueda.

Sistema Laignel.

M. Laignel, para disminuir la resistencia en el paso de las curvas, reemplaza, en las partes sinuosas del camino, el rail exterior por un rail liso de reborde, para que los wagones ó máquinas descansen en este rail por el rodete de las ruedas y sobre el rail interior por la llanta. Todas las curvas de este sistema deben tener constantemente un radio de 50 metros, de modo que en el caso de los trazados de grandes curvas las porciones circulares están reemplazadas por un número suficiente de porciones rectas cuya

union se verifica por medio de arcos que tienen un radio constante de 50 metros.

M. Laignel, adoptando esta disposicion para la via, ha tenido por objeto compensar, por la diferencia de diámetro de las ruedas gemelas, la diferente longitud de las dos curvas exteriores é interiores, y como las ruedas, las de los wagones al menos, son casi todas del mismo diámetro con un rodete de altura constante, se ha necesitado, para obtener esta compensacion, adoptar tambien un radio de curvatura constante. Numerosos experimentos han probado que la resistencia en el sistema Laignel se hallaba en efecto sensiblemente disminuida, pero esto se referia no solo á la reduccion operada en el frotamiento de la llanta, sino tambien y en particular en que este sistema tiene la propiedad de dirigir por sí mismo el carro en línea curva y de hacerle girar sin que sea necesario para ello que el reborde se apoye contra la faz vertical del rail, evitándose de este modo en ciertos límites de velocidad, el frotamiento debido á la fuerza centrífuga.

La objecion mas grave hecha al sistema de Laignel, es que si disminuye incontestablemente el trabajo necesario para operar cierto cambio de direccion, deja tambien subsistir una resistencia que se hará sucesiva por la unidad de la distancia recorrida en las curvas cuyo radio no excede de 50 metros. Se

ha empleado ademas este sistema con una notable ventaja en los caminos donde se marcha con pequeña velocidad con caballos, como, por ejemplo, en los que en la superficie del suelo sirven para la explotacion de las minas de Anzin ó para el transporte de los productos de las fraguas de Nayange, pero jamas se ha usado en las grandes líneas recorridas por las locomotoras.

Sistema Arnoux.

Hemos clasificado el sistema Arnoux entre los nuevos sistemas, aunque haya sido aplicado hace ya cierto número de años en el camino de Sceaux, porque muy corto hasta el presente este camino, es el único en que se ha empleado exclusivamente.

Los coches de M. Arnoux, construidos en un principio para el camino de Sceaux, presentan disposiciones que difieren esencialmente de las de los wagones comunes.

Los trenes de estos coches, cuya construccion tiene una grande analogía con la de los coches usados en los caminos, se componen de un tren delantero y un tren trasero semejante al primero. Cada eje atravesado por una clavija, no puede girar horizontalmente mas que sobre esta clavija. Las ruedas

montadas en cajas patentes y cilíndricas están libres sobre los husos.

Los trenes trasero y delantero están reunidos por una flecha, atravesada por dos clavijas que salen de los pulidores en que están colocados los resortes.

Los coches están unidos entre sí por una cabria rígida, atravesada por la clavija del tren delantero del coche y por la del tren trasero.

Bajo el eje del tren delantero del primer coche se encuentra una traviesa que pasa en dos bridas, las que imponen al eje y á la traviesa un paralelismo riguroso. Estra traviesa se halla terminada en cada extremo, por una horquilla, cuyos brazos, descendiendo de la altura de los rails, llevan cuatro tejos que apenas tocan los rails y dan sin esfuerzo á esta traviesa y, de consiguiete al eje, la direccion normal al camino.

La direccion simétrica de este eje se comunica al eje del mismo coche por medio de una cadena cruzada, y que pasa sobre dos poleas fijas en cada eje y de igual diámetro.

Operándose la traccion del primero al segundo coche por la cabria, se comunica la direccion al primer eje de este segundo coche por una cadena cruzada, la que pasa por un lado, sobre una polea, fija en la flecha del primer coche y atravesada por la clavija del tren trasero, y, por otra parte, sobre

una polea, de un diámetro doble, fijo al eje del tren delantero del segundo coche é igualmente concéntrico con la clavija, siguiendo así despues de eje á eje, y de coche á coche.

Se ve que comunicándose de esta manera simultánea la inflexion contraria á los dos ejes de un mismo coche, el primero toma la oblicuidad un poco antes de su entrada en la curva, y que trasmitiéndose la direccion á los ejes del segundo coche por la flecha de la primera, estos ejes la reciben un poco antes de lo que deberia verificarse.

Hubiera sido mas conveniente que esta direccion normal á la curva que se recorre no se comunicara á cada eje mas que conforme fuera entrando en esta curva, á lo que se llegaria colocando bajo cada eje el aparato director indicado para el primero de los ejes del convoy; pero ademas de que esto hubiera complicado considerablemente el sistema, se hubiera perdido la ventaja de la solidaridad de eje á eje y de coche á coche.

El sistema Arnoux, tal como acabamos de describirle no deja de ser bastante complicado, y no permite marchar hácia atrás si no se modifica la disposicion de los discos y de las cadenas. M. Enrique Arnoux hijo, le ha simplificado considerablemente en estos últimos tiempos y ha facilitado la marcha en las dos direcciones.

En este nuevo material, las poleas de direccion, los ejes y las ruedas móviles se han conservado como tambien los timones rígidos, pero las cadenas cruzadas y los discos que las rodean se han suprimido, dirigiéndose cada eje por un aparato muy sencillo formado de mangos que rodean los ejes, deslizándose sobre ellos en el sentido de la lanza.

Hay ademas cuatro bielas iguales entre sí, dispuestas en losange en el plano horizontal que pasa por la lanza del eje y de manera que esté forma una de las diagonales.

Estas bielas están fijas en la bisagra por sus extremidades : las dos interiores en la flecha y en los manguitos, las dos exteriores en los mismos manguitos y en el timon.

Hallándose en línea recta el timon y la flecha, los ejes son paralelos entre sí y perpendiculares á esta línea recta; pero si el timon y la flecha se inclinan el uno sobre el otro, de manera que forman un ángulo cualquiera, lo que sucederá cuando se recorra una curva, el eje dividirá este ángulo en dos partes iguales.

Esta direccion será normal á la curva recorrida, condicion necesaria para evitar los frotamientos de deslizamientos y las probabilidades de desencarrilamiento.

El sistema Arnoux es el mas notable que ha pro-

ducido en estos últimos tiempos el genio de los inventores aplicado á los caminos de hierro, y la Academia ha recompensado al autor concediéndole el primer premio de la mecánica. Se le dirigen sin embargo muchas objeciones de las que la principal consiste en la dificultad que se experimenta en aplicarle á máquinas de gran fuerza.

Sistema Verpilleux.

El camino de hierro de S. Etienne á Lyon presenta numerosas curvas de pequeño radio y pendientes muy inclinadas en las que se remolcan convoyes muy pesados. Todas estas circunstancias obligan á emplear locomotoras que puedan ejercer un esfuerzo de traccion considerable. Por otra parte, los rails son muy débiles en esta línea y no pueden sostener mas que una presion muy limitada. La adherencia necesaria no puede obtenerse mas que haciendo á las motrices muchos pares de ruedas.

Cuando el radio de las curvas es suficientemente grande, se pueden acoplar tres ó aun cuatro pares de ruedas; pero en el caso particular que nos ocupa, esto no era posible, á causa de la gran separacion que resultaria para los ejes extremos.

M. Verpilleux imaginó colocar bajo el ténder un mecanismo compuesto de cilindros, pistones, bie-

las., etc., semejante en todo al de la máquina. Estos órganos ponen en movimiento uno de los ejes del ténder, el que está á su vez pernado con el otro eje, y permiten doblar momentáneamente el esfuerzo de traccion de la máquina sin sobrecargar en nada la via. Para este objeto basta dejar pasar una parte del vapor provisto por la caldera á los cilindros motores del ténde .

Pero este sistema presenta muchos inconvenientes en la práctica.

Locomotora de aire comprimido de M. Audrand.

M. Audrand ha imaginado reemplazar el vapor por el aire comprimido. Su máquina es muy sencilla : consiste en un depósito lleno de aire comprimido y un mecanismo compuesto de cilindros, pistones, bielas y manivelas, como el mecanismo de las máquinas ordinarias. El aire, comprimido introducido en los cilindros, hace marchar los pistones por su misma presion. La provision de fluido motor se renueva por medio de depósitos fijos colocados de distancia en distancia, que se alimentan económicamente sacando partido de motores improductivos con frecuencia, tales como las caidas de agua ó las corrientes rápidas.

Supongamos que el aire esté comprimido en el de-

pósito móvil á 7 atmósferas, un metro cúbico en 7 atmósferas es capaz de producir el mismo trabajo que un metro cúbico de vapor á la misma presion.

Pero el agua que bajo la accion del calor producirá esta cantidad de vapor, ocupa en el ténder un volúmen de tres litros y 50 centílitros, volúmen que es los 0,0055 del ocupado por el aire y el depósito de la máquina. Audrand deberá contener 286 veces el de un ténder ordinario para poder proveer el mismo tiempo. Será por lo tanto excesivamente pesado y voluminoso. Para obviar este inconveniente, M. Audrand ha imaginado elevar la presion del aire á treinta atmósferas, pero entónces el ténder deberá tener mucha resistencia, lo que le haria tambien muy pesado.

Sistema Amberger, Nickles y Cassal.

Un hilo metálico, cubierto de una materia aisladora, construido en hélice y atravesado por una corriente galvánica, obra de la misma manera que un diamante; atrae el hierro y el eje de la hélice tiende siempre á ponerse en el plano del meridiano magnético. Si en el interior de esta hélice se coloca un pedazo de hierro dulce, este se convierte en un diamante cuyo poder aumentará con el número de revoluciones del hilo y con la intensidad de la corrien-

te. Los dos polos del electro-diamante se hallan á las dos extremidades del eje de la hélice.

Partiendo de este principio bien conocido en la física. MM. Amberger, Nickles y Cassal tuvieron la idea de saber si podrian conservar la parte inferior de las ruedas motrices en un estado de constante imantacion, ó, de otro modo, transformar las ruedas en electro-imanes de polos móviles.

Para ejecutar esta idea imaginaron rodear la parte inferior de la rueda motriz de una canilla de hilo de cobre cubierta de gutta-percha. Esta canilla sigue todos los contornos á una pequeña distancia, y la rueda se mueve, como antes, libremente en su interior. Las dos extremidades de la canilla comunican con los dos polos de una pila voltáica colocada sobre la máquina.

Cada rueda motriz se halla transformada en un iman cuyos polos se encuentran el uno al punto de contacto de la rueda con el rail, el otro al punto mas elevado de la rueda.

Este sistema se ha experimentado en el camino de Lyon, pero no ha dado buenos resultados. Siendo de hierro duro, los cabos de las ruedas de las locomotoras se imantaban bien, pero no se desimantaban bastante pronto, de manera que en la marcha los polos se encontraban mas bien sobre el diámetro horizontal que sobre el diámetro vertical.

Sistema Jouffroy.

MM. Jouffroy y Seguier se han propuesto aumentar la adherencia para subir las pendientes muy inclinadas. Su aparato motor consiste en tres carros de ruedas articuladas entre sí. El carro de adelante lleva el mecanismo motor propiamente dicho, el del medio la caldera y el de atrás el ténder. Estos tres carros están unidos entre sí por medio de bisagras verticales de una gran longitud.

Los wagones se componen de dos cajas llevadas cada una en dos ruedas de gran diámetro libres sobre sus ejes y rodeando sin deslizamiento en las curvas del mas pequeño radio. Los ejes atraviesan las cajas de los coches. Las dos mitades de los wagones están reunidas entre sí por medio de bisagras colocadas la una á la parte inferior del coche y la otra á la parte superior. Los ejes de estas bisagras se encuentran en una vertical que viene á encontrar el eje de la via. Por último los wagones están unidos entre sí por medio de resortes.

La via ha sido llevada por su inventor á la longitud de dos metros; se compone de traviesas, cojinetes y rails; estos últimos son una especie de bandas lisas de bronce : están planos y provistos de pes-

tañas interiores de la altura de 0 m. 10 á 0 m. 12. Las ruedas, enteramente cilíndricas, están sostenidas lateralmente por estas pestañas. En el eje de la via se encuentra un tercero rail fijo tambien en la traviesa por medio de los cojinetes. Este rail es de bronce como los primeros : está situado en la parte superior y recibe la accion de la rueda motriz de la máquina.

El bastidor lleva en su parte posterior dos cilindros que obran por medio de pistones, bielas y manivelas sobre el árbol colocado delante. Este árbol trasmite su movimiento á la rueda motora por medio de correas, cadenas y poleas. Esta rueda es de hierro con una llanta de madera por debajo, se apoya en el rail estriado y arrastra así el convoy. Lateralmente lleva dos rebordes de bronce ó hierro que abrazan este rail y se oponen al desencarilamiento. Dos pequeños tejos fijos en los largueros del bastidor descansan en los rails exteriores é impiden toda oscilacion transversal.

Las poleas son de escalones, de manera que haciendo correr las correas sobre los diferentes escalones se pueden obtener velocidades muy diferentes en la marcha del tren por un mismo número de golpes de piston. M. Jouffroy puede variar así el esfuerzo de la traccion de la máquina, siendo constantemente el mismo el trabajo de vapor; en otros términos, ha

construido un aparato que en las pendientes y en las mesetas obrará como las máquinas de grande velocidad y en los demas casos como una máquina de mercancías.

No podemos aprobar el método de construccion de la via Jouffroy porque, como hemos indicado, hace ya mucho tiempo, que se han abandonado las vias de bandas llanas, á causa de la dificultad que se experimenta en conservar los rails en un estado de propiedad conveniente, y que se habia renunciado tambien á los rails de bronce que se rompen y estropean, y, en definitiva, son con una resistencia igual mucho mas costosos que los de hierro.

Sistema Seguier.

El sistema de M. Seguier tiene cierta analogía con el de M. Jouffroy. Las ruedas motoras de su máquina, distintas de las ruedas portadoras son horizontales, y oprimidas por resortes enérgicos, contra un rail central fijo solidamente en el eje de la via, y funcionan como los cilindros laminares. Mas sencillo que el sistema Jouffroy, este sistema tiene, como lo hemos ya indicado, un defecto que le es comun, el de aumentar sin utilidad la adherencia por una complicacion del mecanismo y de la via.

. Hay otros sistemas como el atmosférico inglés, los de M. Vallette, Hédiand, Pecqueur, Chameroy y el de los caminos eólicos, de que no nos ocuparemos por no haber recibido la sancion de la práctica y ser por lo tanto innecesaria su exposicion en un libro completamente práctico.

FIN

INDICE

Páginas.

Introduccion 1

PARTE PRIMERA.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Idea histórica de los ferro-carriles. 5
Caminos de hierro y sus ventajas. 8
Motores. 23
Trazado de los caminos de hierro. 26
Pendientes y radios de las curvas. 29
Pasos á nivel. 34
Subterráneos. 34
Modo de utilizar completamente una via. 37
Id. las máquinas. 37
Id. los trenes. 37
Id. los coches. 38

PARTE SEGUNDA.

CONSTRUCCION DE LOS CAMINOS.

Páginas.

Desmontes y terraplenes. 43
Puentes de descarga.. 47
Trasporte de tierras.. 50
Inclinacion de las paredes á taludes. 52
Revestimento de taludes. 54
Puentes y viaductos de diferente naturaleza. 55
Puentes ó viaductos de maderas. 60
Id. de piedra y de ladrillos. 61
Id. entramados ó de hierro batido. 61
Id. de hierro batido y fundido. 63
Puentes colgantes.. 63
Construcciones tubulares.. 65
Id. por medio del vacio.. 66
Id. por la compresion del aire. 67
Puentes giratorios.. 70
Construcciones de calzadas.. 71
Cualidades que ha de tener la madera para traviesas. . 77
Materias de que se hacen los rails. 78
Modo de unir los estremos de los rails. 95
Id. de fijar los rails en los cojinetes.. 96
Id. los cojinetes á las traviesas. 97
Vias de madera y hierro. 103

Páginas.

Rails Brunel. 105
Id. empleados en los Estados Unidos. 108
Diferentes clases de cojinetes. 109
Preparacionde las maderas. 111
Duracion de los rails. 119
Del material que se debe reservar para la recomposicion de los caminos de hierro. 121
Nuevos sistemas de caminos de hierro. 127
Cojinetes platos. 128
Id. de campaña. 130
Sistema Pouillet. 136
Id. Barberot. 141
Presupuesto de gastos. 146
Rails presupuesto de gastos. 148
Observaciones críticas. 154
Cojinetes. 163
Clavijas. 165
Cuñas. 165
Traviesas. 166
Balasto. 169
Condiciones generales. 171
Colocacion y recepcion de la via. 172
Pasos á nivel, barreras, cerrados y contrarails. 179
Accesorios de la via. 185
Cambios de via. 186
Cruzamientos de via. 203
Travesia de via. 211
Placas giratorias. 212

Páginas.

Carros de servicio. 237
Gruas hidráulicas 245
Señales fijas. 247
Estaciones. 266
Composicion y disposicion de las cocheras. 271
Cocheras de las locomotoras. 271
Estaciones intermedias. 277
Arquitectura de las estaciones. 282

PARTE TERCERA.

MATERIAL MOVIBLE.

Historia de las locomotoras. 285
Coches y wagones empleados en los caminos de hierro. . 297
Del tiro ó corriente. 307
El ténder. 306
Tubos de union. 311
Freno. 313
— Bricogne. 319
— Guerin. 322
Manómetros. 325
Máquina de Jenibairu. 327
Regilla Chobwyusky. 329
Nuevos sistemas adoptados ó propuestos con el objeto de mejorar el material de los caminos de hierro. . . 335

Páginas.

Sistema Laignel. 337
— Arnoux. 339
— Verpilleux. 343
Locomotora de aire comprimido de M. Audrand. . . . 344
Sistema Amberger, Nikles y Cassal. 345
— Jouffroy. 347
— Seguier. 349

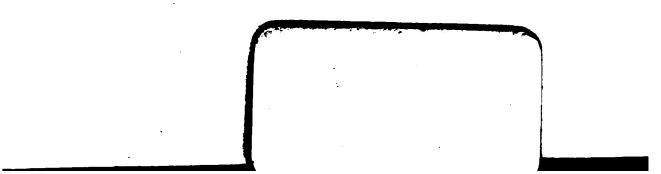
FIN DEL INDICE.

POISSY. — IMPRENTA DE A. BOURET.

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.



Eng 838.65.9
Manual de construccion de caminos d
Cabot Science 003997863
3 2044 091 876 805